

ISSN 2185-0437

山口県農林総合技術センター研究報告

第5号

平成26年3月

BULLETIN OF THE YAMAGUCHI PREFECTURAL AGRICULTURE & FORESTRY
GENERAL TECHNOLOGY CENTER

No. 5

March, 2014

Yamaguchi Prefectural Agriculture & Forestry General Technology Center

Ouchi Mihori, Yamaguchi City, Yamaguchi Prefecture, Japan

山口県農林総合技術センター

山口県山口市大内御堀

山口農林総技セ研報

Bull. Yamaguchi Agri.

& For. Gen. Tech. Ctr.

山口県農林総合技術センター研究報告(平成26年3月)

目 次

501	山口らしい法人経営の発展、安定化に関する研究 久保雄生・高橋一興・藤田浩義・橋本誠・錢本徹・池尻明彦・杉田麻衣子・田戸裕之・小林剛・片川聖・同前浩司・鳥居俊夫・片山正之・前岡庸介・西田美沙子・古橋典子・小林清敬・中村紀美子・原田夏子・明石義哉・有吉真知子・田村尚志・白石一剛・藤本貴久・吉山英明・寺山豊・永久栄作	1
502	ニホンジカによる角こすり被害と間伐の関係 田戸裕之・廣永拓男・小枝登・細井栄嗣	17
503	山口県産地鶏「長州黒かしわ」の胸肉の抗酸化値 岡崎亮・關谷正男・伊藤直也	28
504	県産農産物の調理課程における機能性消長に関わる要因解析 平田達哉	32
505	煮豆用黒大豆系統「山口黒2号」の育成 羽嶋正恭・平田達哉・池尻明彦・杉田麻衣子・片山正之・金子和彦	40
506	簡易なネット被覆によるブルーベリーの害虫対策 出穂美和・片山正之・中谷幸夫・畑中猛	50
507	露地ナスにおける天敵温存植物等を利用した主要害虫の総合防除体系の確立 河村俊和・東浦祥光・本田善之・出穂美和	57
508	中晩生カンキツ「せとみ」の長期貯蔵技術 兼常康彦・岡崎芳夫・藤本敬胤	66
509	夏季における夜間冷房期間および時期がバラの切り花品質に及ぼす影響 住居丈嗣	72
510	カーネーションの採花同時切り戻し技術の開発 松井香織・松本哲朗・霜鳥博史	77
511	放牧牛を利用した耕作放棄地の牧草化技術の開発 引田久美子・藤井友子・島田芳子	85
512	鶏糞を利用した耕作放棄地の牧草地化技術の開発 秋友一郎・藤井友子・岡村由香・谷崎 司	91
513	未利用資源を利用したブレンドペレット燃料に関する研究 佐久間英明・村上 勝	105

山口らしい法人経営の発展、安定化に関する研究

久保雄生・同前浩司・高橋一興・藤田浩義*¹・橋本誠・錢本徹*²・池尻明彦・杉田麻衣子・田戸裕之・小林剛*³・片川聖*⁴・鳥居俊夫*⁵・片山正之・前岡庸介*⁵・西田美沙子・古橋典子*⁶・小林清敬*⁷・中村紀美子*⁸・原田夏子・明石義哉*⁹・有吉真知子*³・大崎美幸*¹⁰・田村尚志*¹¹・白石一剛・藤本貴久*⁹・吉山英明*⁴・寺山豊*¹⁰・永久栄作

Studies on the Development and Stabilization of Corporation Management in Character with Yamaguchi

Takeo KUBO, Kouji DOUZEN, Kazuoki TAKAHASHI, Hiroyoshi FUJITA, Makoto HASHIMOTO, Toru ZENIMOTO, Akihiko IKEJIRI, Maiko SUGITA, Hiroyuki TADO, Tsuyoshi KOBAYASHI, Satoshi KATAKAWA, Toshio TORII, Masayuki KATAYAMA, Yousuke MAEOKA, Misako NISHIDA, Noriko FURUHASHI, Kiyotaka KOBAYASHI, Kimiko NAKAMURA, Natsuko HARADA, Yoshiya AKASHI, Machiko ARIYOSHI, Miyuki OOSAKI, Hisashi TAMURA, Kazuyoshi SHIRAISHI, Takahisa FUJIMOTO, Hideaki YOSHIYAMA, Yutaka TERAYAMA and Eisaku NAGAHISA

Abstract : In this study, technologies were examined for local practicality in a pilot experiment using in a model-community farming corporation working toward business stability and growth.

Effective business management becomes possible with a system that integrates management of farmland and business.

The subirrigation and drainage system 'FOEAS' was an effective method of weeding-out by early flooding, and reducing required labor in irrigation, however 2 main problems became clear.

- To ensure the water-works' functionality and homogeneity of axiliary holes, it was necessary to have a method to reproduce auxiliary holes to deal with blockages.
- It is necessary to take measures to protect against backflow from water pipes, tide level, and transition changes of drains, etc. in reclaimed land.

There are inherent differences in the fertility of farmland. In areas where unitary fertilization control proves difficult, soil fertility is analyzed and divided into about 3 levels. Modifying manure levels by ± 30 percent can produce a more or less standard yield.

In flat regions when using the wheat to paddy rice cultivation system yield levels equal to standard levels can be produced by spreading chicken droppings before the wheat cultivation, then using only a slow release nitrogenous fertilizer when planting paddy rice.

In order to create management stability and income earning opportunities, it is important to make use of a management system with an accurate grasp of the labor situation, assessing conditions such as crop selection, appropriate mechanization systems, and employment needs.

Tifflia can be introduced to save labor in maintenance of the ridges between rice fields, but initially must be weeded and cut to the appropriate length. Installing berms in large ridges also increases workability.

When introducing a new crop, instilling interest in the local residents, a destination for and manner of shipping, and a leader must be ensured.

* 1 現在：農林水産部企画流通課・* 2 現在：農林水産部農村整備課・* 3 現在：山口農林事務所*
* 4 現在：退職・* 5 現在：下関農林事務所・* 6 現在：長門農林事務所・* 7 現在：周南農林事務所
* 8 現在：柳井農林事務所・* 9 現在：農林水産部農業振興課・* 10 現在：美祢農林事務所・
* 11 現在：地域振興部中山間地域づくり推進課

For the sake of smooth cooperation between agriculture, commerce and industry, it is important that the purpose of the goods (whether they will be processed and sold by local residents or shipped out as products) be clarified.

When using large machinery, good judgement must be used to maximize efficiency with regards to varying field heights, costs of machine transportation and maintenance, and potential delays caused by weather or mechanical failures. Small machines are more adaptable to joint use and can be systemized easily for use by agricultural groups.

Key Words : pilot experiment, community-based farming corporations, business stability, business growth, FOEAS

キーワード：社会実験方式、集落営農法人、フォアス

緒言

山口県では、農業の担い手の高齢化等に対応し、2007年度から集落営農法人の加速的な育成を図り、地域農業を守る取組等を進めてきた。

こうした中で、生産基盤の汎用化をベースとした効率的な営農の展開や加工等他産業との連携までを視野に入れ、地域社会に刺激を与えるような営農を展開していくことが必要であるという認識に立脚し、集落営農法人の経営発展・安定に向け、生産の高度化や経営管理の効率化、農村社会における役割発揮等の課題解決を図る取組を行った。当研究では、試験研究で確立された技術等を法人経営の発展や、安定化のために活かすことを目的に、新たに社会実験手法を用い、現地における実用性を法人等とともに検証し、山口らしい法人の経営発展・安定化のモデルとなる経営体を育成することをねらいとして実施した。

その結果、法人の経営発展に資する知見や留意点等を得たので、その概要を報告する。本研究の実施にあたり、ご協力をいただきました農事組合法人 植柳ファーム、グリーンファーム名田島並びに関係機関の皆様をはじめ、多くの方々に深く御礼を申し上げます。

材料および方法

研究成果を県内の法人経営に活かすため、気象条件・土質条件等を考慮して中山間地域、平坦地域において、次の条件から絞り込んだ平均的な1法人をそれぞれ選定し、プロジェクト活動として研究を行った。

- ・法人経営確立期（設立後概ね3年目～6年目）で組織運営体制が確立されていること
- ・フォアス導入済みもしくは導入可能な法人（地元負担、市町等の協力が可能な法人）
- ・複合化・多角化を指向している法人
- ・県下法人の平均的規模（31ha）の経営面積を有すること
- ・経営管理、生産管理を適正に行うことができ成果等公表に応じられる法人

こうした条件を達成する集落営農法人として、中山間地域においては美祢市の「植柳ファーム」（経営開始6年目）、平坦地域においては山口市の「グリーンファーム名田島」（同3年目）を選定し、次表に示す法人の抱える課題や達成目標を明確にし、それぞれの取組を行った。

中山間地域（植柳ファーム）における課題と目標

区 分	取 組 課 題
1) 法人経営（核となる人材の所得確保）	(1) 経営マネジメントシステムの構築 a PMSを用いた作業計画・管理システムの構築 b 経営評価・シミュレーション c 集落営農法人における後継者育成、確保条件の解明 (2) フォアスの効率的活用技術の確立 a 疎水材及び施工パターンの違いが環境・収量に与える影響評価 b フォアスを活用した水の効率的利用技術の確立 (3) 基幹作物(水稻、大豆)の生産安定 a 水稻生産技術の安定化 b 大豆生産技術の安定化 (4) 経営の複合化・少量多品目生産 a 新規複合化部門の導入条件の解明及び地域所得拡大効果の確認 b フォアスを活用した複合化品目の安定生産技術の確立 (5) 堆肥等有機質資源利用技術の活用 a ほ場特性に応じた生産基盤増強対策の確立 (6) 畦畔管理の省力化 a ティフブレア及び犬走りによる省力管理技術実証 (7) 鳥獣害対策 (8) 農閑期の余剰労力を活用した経営の多角化
2) 地域経営（暮らしやすい地域づくり）	(1) 地域の人と資源を活かした小さな経済の創造 a 女性・高齢者を活用した多品目少量生産、流通システムの構築 b 加工事業による経営の多角化 c 社会サービス事業の展開
3) 多様な販売チャンネルの構築	(1) 多様な販売チャンネルを活用した地域所得の確保 a 多様な販売チャンネルに対応した生産・販売システムの構築 (2) 外部資本と連携した経営の多角化(農商工連携)

平坦地域（グリーンファーム名田島）における課題と目標

区 分	取 組 課 題
1) 効率的な営農の確立	(1) 効率的な土地利用をベースにした作業分散、省力化、コスト削減 a 作業分散を図る超省力技術との組み合わせと機械化 b 生産の安定、コスト削減を図る技術の構築 c フォアスを活用した効率的水管理技術の評価 (2) 生産基盤と経営基盤の強化 a フォアスを活用した経営の強化 b 経営管理システムの構築 c 畦畔管理の省力化
2) 所得機会の創出	(1) 経営の複合化、多角化による収益還元のシステムづくり、地域所得確保 a 地区住民の経済活動への参画誘導 b フォアスを活用した経営の複合化 c 一手間かける換金システムづくり（多角化） d 多様な販売チャンネルに対応した生産・販売システムの構築
3) 地域連携の促進	(1) 地域内加工・直売施設の利用、実需者との連携強化 a 加工、直売施設、実需者との連携活動の展開 b 法人間による販売連携活動の展開 (2) 各協議会等を活用した生産、流通、販売情報等の収集と共有化 (3) 作期、標高差を活かした法人間等での機械利用システム、労力補完体制の組立 a 生産連携活動の展開

結果および考察

1 中山間地域

1) 法人経営（核となる人材の所得確保）

(1) 経営マネジメントシステムの構築

a PMSを用いた作業計画・管理システムの構築

聞き取り調査結果から、PMS等の既存作業計画・管理システムは、対象法人のニーズである労務管理作業の簡略化・可視化を図り難いことが判明した。そのため、当室において、入力項目が少なく操作上の負荷が小さい作業計画・管理システムの開発を試みた。その結果、法人内の農地および経営管理をエクセル上で簡易に行う営農管理システムを構築し、法人内の労務管理作業の省力化・簡素化が図られた（第1図）。



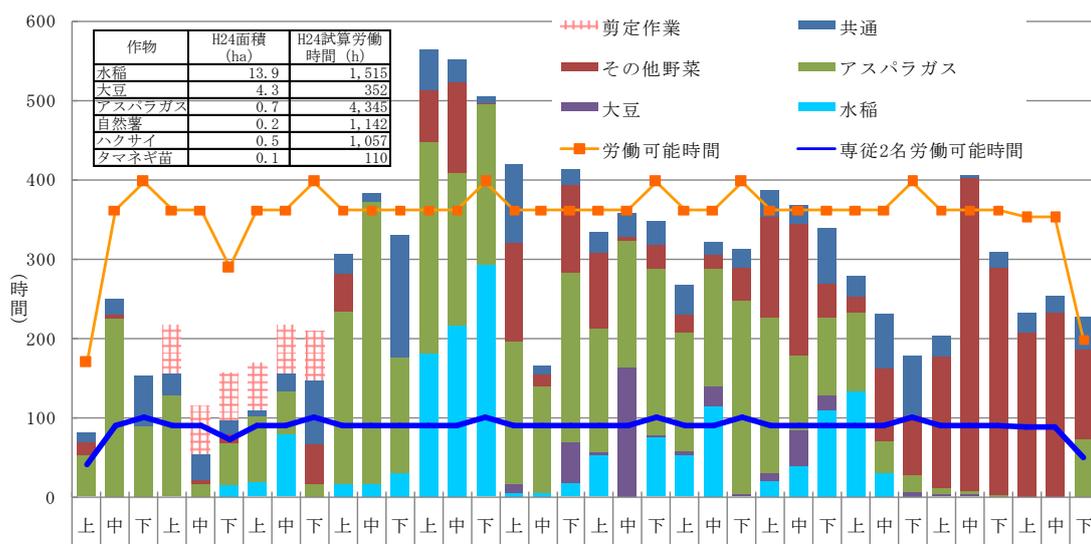
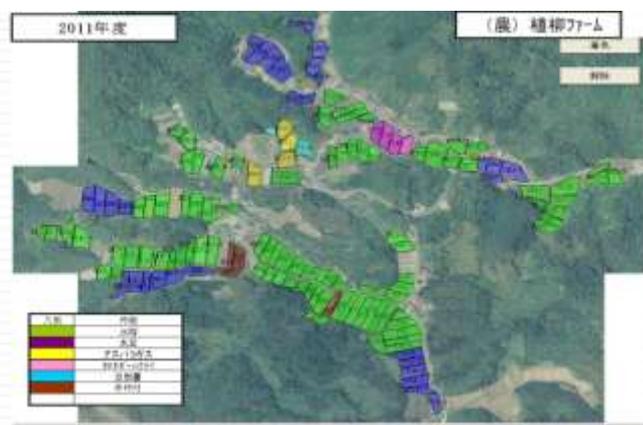
第1図 営農マネジメントシステム

b 経営評価・シミュレーション

法人の2012年当初作業計画をもとに、クリ剪定事業への参入を予測した結果、2月から3月期で54万円の事業外収入が得られることが分かった（第2図）。

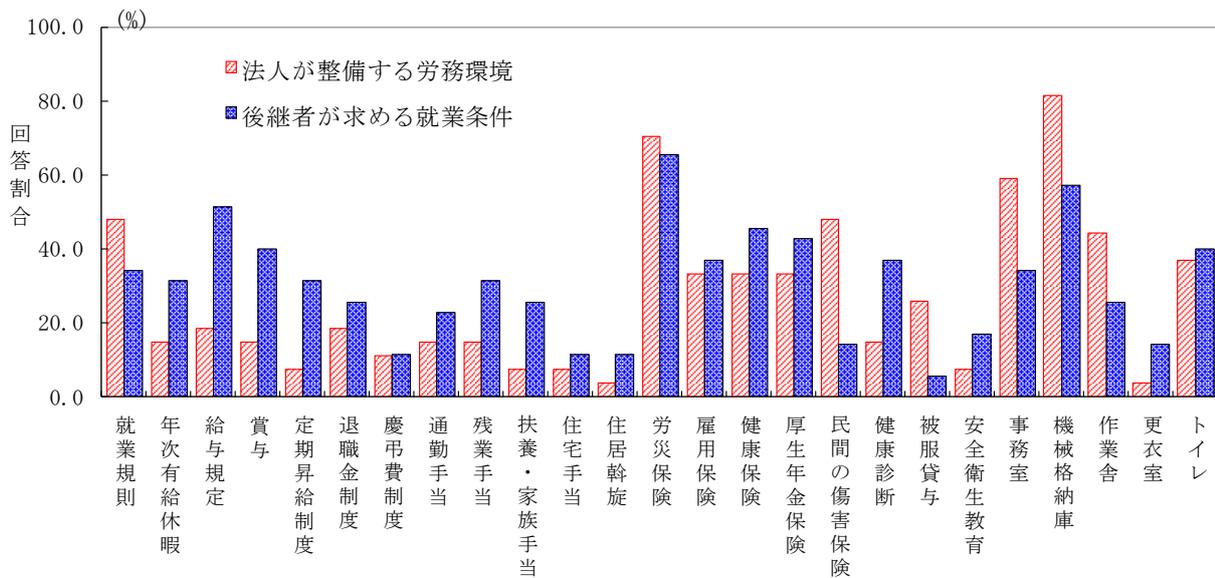
c 集落営農法人における後継者育成、確保条件の解明

法人が整える労務環境と後継者が望む就業条件との乖離は、所得保障（給与規定等）や社会保障（各保険等）等の項目で大きい。また、集落への定着条件は、住居の確保・斡旋、配偶者の就業先の確保等に留意する必要がある（第3図）。



第2図 営農マネジメントシステムによる労働時間予測結果

- 注1) 労働可能時間は、オペレーター及び補助員各4人が8時間/日・年間200日として試算した
 注2) 剪定事業は市事業費から支払実績（H23）分を引いた残額を法人が獲得するという状況を想定した
 注3) 作業は対象期間（2/上～3/下）の中から計30日、構成員2人が6時間/日（時給1,500円）として試算した
 なお、実際の剪定は講習会等での技術習得や実践的な取組・経験の蓄積が不可欠である



第3図 法人が整備する労務環境と後継者が求める就業条件

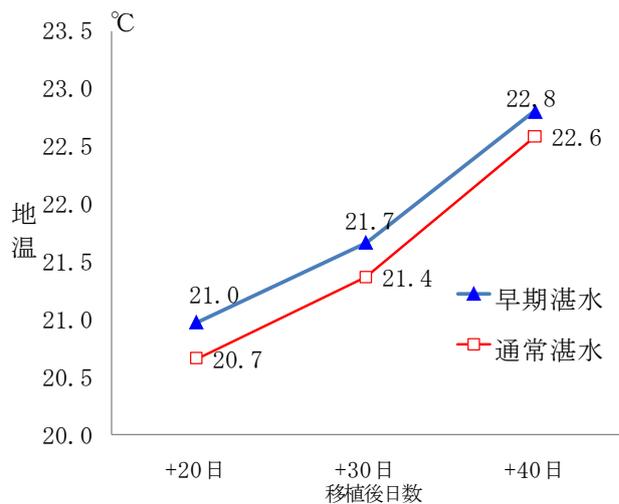
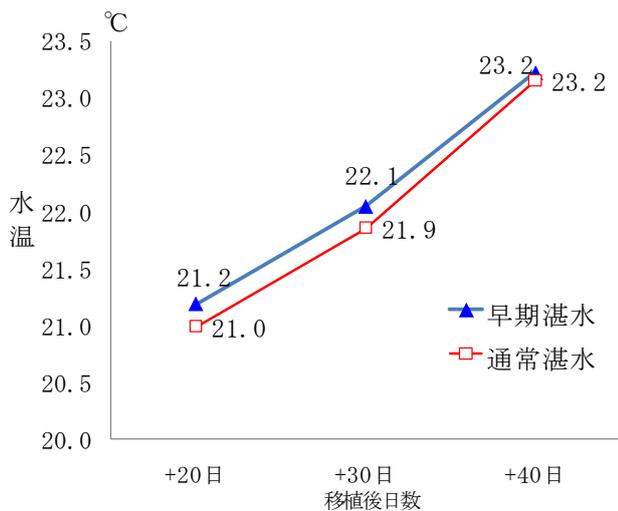
(2) フォアスの効率的活用技術の確立

a 疎水材及び施工パターンの違いが環境・収量に与える影響評価

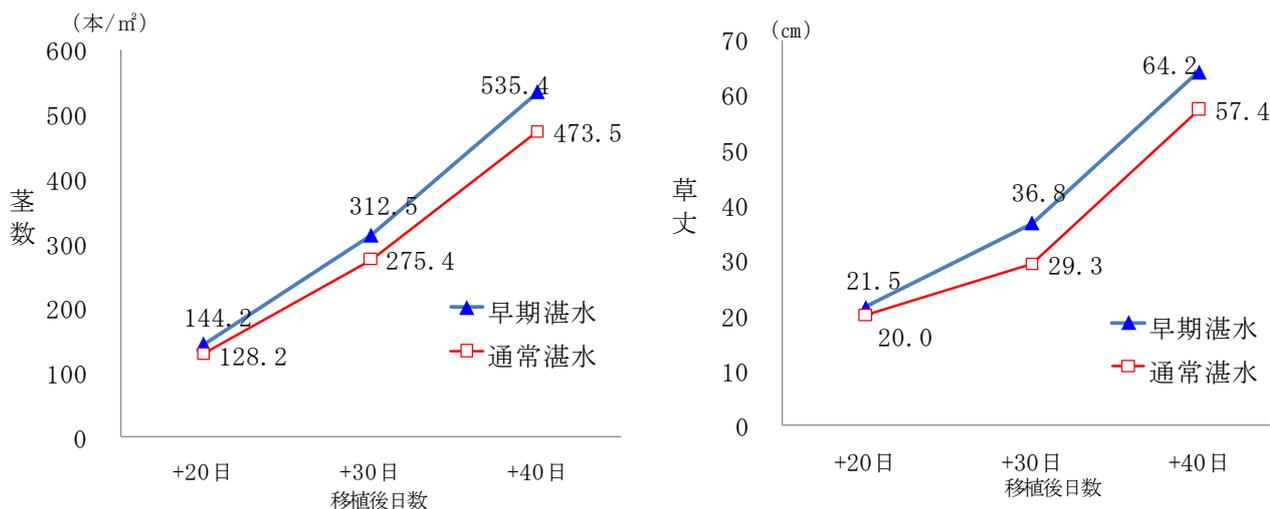
フォアスを施工する4ほ場に補助孔の施工・設置方法と疎水材の異なる7通りの試験区を設け、フォアス管から排出される水質の調査を実施した。フォアス施工直後の夏作(大豆)及び冬作(タマネギ)期間における排水の硝酸態窒素は、いずれも環境基準(10ppm)以下だった(データ略)。

b フォアスを活用した水の効率的利用技術の確立

フォアスほ場における荒代作業を、①早期湛水及び②通常湛水の2条件下で行い、水温・地温の変化と水稻の初期生育に及ぼす影響を調査した(2011年~2012年)。地温で0.2~0.3℃の差が見られ、早期湛水の方がやや茎数は多かったが、有意な差は確認できなかった(第4図、第5図)



第4図 湛水方法の違いが生育に及ぼす影響 (2011年)



第5図 湛水方法の違いが生育に及ぼす影響 (2011年)

注) 地温は地表から-5cmの深さで計測

(3) 基幹作物 (水稲、大豆) の生産安定

a 水稲生産技術の安定化

法人内 20 地点のほ場で土壌調査・分析と水稲の生育調査等を行い、ほ場の地力レベルを高地力、地力中庸、低地力に3分類し、ほ場の地力に応じた施肥として窒素施肥量の増減量を3割として栽培試験を実施した (2012年)。

地力に応じた施肥量増減技術の導入は、肥料費の削減効果や増収効果をもたらした。2012年作付ベース (品種:「きぬむすめ」、栽培面積:4.72ha) で肥料費の削減効果を算出すると、コストが6.4%削減できたほか、売上高は収量の平準化が図られたことで4.4%増となり、有用な技術として活用できる (第1表、第2表)。

また、フォアス施工の有無及び湛水方法の違いと雑草抑制効果との関係を明らかにするため、フォアス施工の有無及び湛水方法の異なる3ほ場において、雑草発生量調査を実施した (2012年)。移植後28日のフォアスほ場での残草量は、早期湛水ほ場で発生本数は多く乾物重は少なかったが、生育初期段階における早期湛水技術に有意な効果はなかった (第3表)。

b 大豆生産技術の安定化

成熟期における雑草発生量調査を行ったところ (2012年)、23草種の発生が確認された。FOEASほ場では無施工ほ場よりも乾燥条件を好む雑草の発生が多かった。

第1表 施肥試験区「きぬむすめ」における収量調査結果 (2012年)

試験区分		全重	わら重	精粳重	精玄米重 ^{※1}	収量 指数	千粒重 ^{※1} g
		kg/10a	kg/10a	kg/10a	kg/10a		
高地力 (減肥圃場)	標肥区	1,897	993	885	686	102	20.9
	減肥区	1,849	965	865	675	101	21.0
地力中庸 (慣行圃場)	慣行区	1,911	1,045	845	671	100	21.4
低地力 (増肥圃場)	標肥区	1,445	772	666	524	78	21.4
	増肥区	1,792	985	791	607	91	20.8

注) 各項目の調査は1区100株を対象として行った ※1 水分14.5%補正

第2表 地力に応じた施肥技術導入による効果

試験区分	面積 (m ²)	施肥量増減 パターン	施肥量 (kg/10a)	肥料費 (円)	収量 (kg/10a)	売上高 (10aあたり)
高地力 (減肥圃場)	14,760	3割削減	20	50,317	675	101
		慣行量	30	75,475	686	102
地力中庸 (慣行圃場)	22,434	慣行量	30	114,716	671	100
低地力 (増肥圃場)	9,975	3割増加	40	68,010	607	91
		慣行量	30	51,007	524	78
肥料費増減率		-6.4				
売上高増減率		4.4				

注1) 米単価は12,374円/60kgとして算出 (2011年概算金に2010年決算金を加えた額を仮単価として試算)

2) 肥料費は3,409円/20kg

3) 売上高 (10aあたり比率) は、慣行施肥量で栽培した圃場タイプB (地力中庸) の売上高を100とした値

4) 肥料費増減率及び売上高増減率は、2012年栽培面積あたり (%)

第3表 雑草発生量調査結果 (2012年)

FOEAS施工	湛水方法	草種 (本)						合計 (本)	乾物重 (g/m ²)
		ヒエ	ホタルイ	ウリカワ	セリ	イボクサ	その他広葉		
有	通常湛水	19	27	1	0	0	0	47	1.16
	早期湛水	18	23	0	0	0	23	64	0.91
無		1	7	1	1	1	32	43	0.43

注) 調査は移植後28日の時点で実施

(4) 経営の複合化・少量多品目生産

a 新規複合化部門の導入条件の解明及び地域所得拡大効果の確認

対象地域におけるハクサイ栽培は、指定産地規模の維持や構成員の高齢化等に対応できる機械移植が不可欠である。そのためには、①機械移植に適した健苗の確保、②マルチ栽培、③機械定植に対応可能な畝立機の導入、④収穫作業及び収穫台車の利用に適した溝中の確保など機械に合致した栽培体系の構築が必要条件となる(第4表)。法人初の複合化品目としてアスパラガス、ハクサイ、ジネンジョ等を導入した結果、およそ400万円(2011年実績)の売上増に繋がり、法人構成員の役割の創出や新たな雇用確保の見込みが分かった。

b フォアスを活用した複合化品目の安定生産技術の確立

定植時期が同じタマネギでは、フォアス施工の有無で収量に差はなかった。また、ハクサイは、地下水位を上げることで活着が促進したが、生育後半まで地下水位を高く保つと、株元に腐敗が発生する恐れがあることが観察により確認された(2011年)。

第4表 マルチの有無及び定植方法の違いとハクサイの生育等

区	生育調査結果								収穫物調査結果				
	最大葉長 (cm)				最大葉幅 (cm)				外葉数 (枚)	最大葉 (cm)		全重 (kg)	球重 (kg)
	9/12	9/19	9/30	10/8	9/12	9/19	9/30	10/8		葉長	葉幅		
マルチ・機械定植	9.8	15.1	32.0	38.7	3.6	9.9	23.6	28.0	10.2	50.8	37.6	4,996	2,912
裸地・機械定植	10.4	12.6	29.6	37.6	3.7	7.4	21.5	27.5	7.9	49.7	38.3	4,527	3,003
裸地・手植え	10.5	11.7	29.0	37.3	3.5	7.5	20.7	28.1	7.8	50.6	40.0	5,279	3,621

注1) 品種: 黄心75、定植日: 9/月上旬、苗: J Aより購入

2) 収穫物調査: 11/8

(5) 堆肥等有機質資源利用技術の活用

a ほ場特性に応じた生産基盤増強対策の確立

豪雨災害を受けた後、復旧工事（排土）を行った14ほ場を対象に土壌調査を実施したところ、排土の腐植及び全窒素は被害を受けていないほ場の土（以下「対照土」という。）と比べて低い傾向にあった。特に、対照土との比較が可能な13ほ場のうち6ほ場は、排土の腐植及び全窒素が対照土よりも20%以上低かった。また、可給態リン酸は、排土及び対照土に関わらず、ほとんどのほ場で目標値を下回っていた。

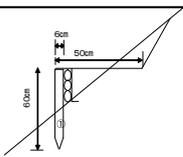
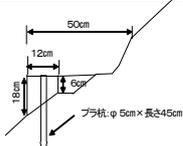
(6) 畦畔管理の省力化

a ティフブレア及び犬走りによる省力管理技術実証

畦畔法面に施工したティフブレアによる雑草抑制効果を確認（2009年～2010年）した結果、畦畔の一部に雑草の繁茂が確認されたが、被覆度は概ね100%（観察）だった。

犬走り工法として、材料費及び設置時間に優れる2タイプ（A：間伐材利用、B：廃プラスチック材利用）を選定し、長大な法面（ほ場整備後の法面のうち、直高が2mを超す法面が該当）の畦畔管理に係る作業時間、作業負荷を犬走りの有無（施工区、無施工区）により比較した結果、犬走り施工区において、草刈り作業の軽労化が図られた（第5表、第6表）。

第5表 犬走り施工タイプの特徴

タイプ	断面図	設置時間 (分/40m)	施工費 (円/m)	材料費 (円/m)	施工経費 (円/m)	現地法面状況
A		122	102	1,456	1,558	杭の試打を複数箇所行った結果、石レキに当たって打ち込むことができない箇所があった。
B		82	68	1,500	1,568	杭の試打を複数箇所行った結果、そのまま打ち込むことができた。

注1) 設置時間は、狭幅作業道造成機による掘削時間と、作業員2人による設置時間（材料の移動手間を含む）である
 2) 実証は、美祢市植柳地区の長大な法面（延長40m、法長3.5m、勾配1:1.2）で実施した
 3) 労働費は、作業員の時給を1,000円として計算した

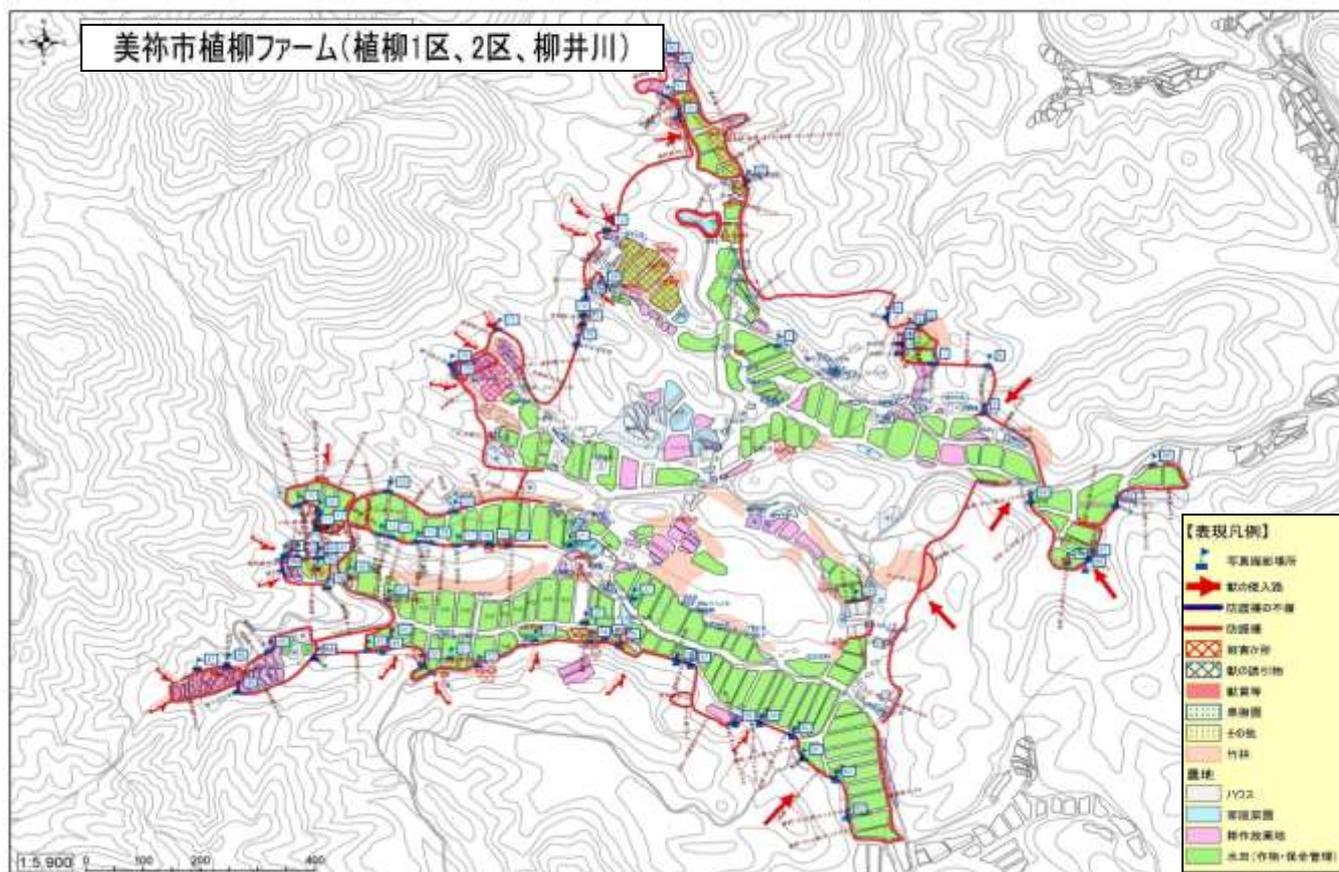
第6表 OWAS法による作業姿勢負担評価

試験区	AC (Action Category) の発生頻度 (%)			
	AC1	AC2	AC3	AC4
	改善は不要	近いうちに改善	早期に改善	直ちに改善
施工区	97.2	2.8	0	0
無施工区	64.5	0	35.5	0

注1) 被験者は57才男性、法面3.5m・延長10m間の作業を比較
 2) AC1、AC2等は作業負荷の大小を示しており、AC4が最も作業負荷が大きいことを表す。本表では、AC3の割合が多い対照区の方が、作業負荷が大きく、改善が求められる

(7) 鳥獣害対策

鳥獣被害集落環境調査（集落点検調査）は、視覚的に整理・提示することでイノシシ及びシカの侵入ルートの予見や被害対策の合意形成に活用できた（第6図）。



第6図 鳥獣被害集落環境調査結果

(8) 農閑期の余剰労力を活用した経営の多角化

法人が林務作業に従事する事例を調査した結果、冬期（農閑期の11月～2月）の山林業務は、法人の収入確保に繋がる（第7表）。ただし、チェーンソー等の資格のほか、搬出運搬のためバックホウ、トラック等が必要である。また、クリ剪定作業の場合は、産地振興協議会が認める作業班員であることも条件となる。

第7表 冬季（11月～2月）における従事分量配当額と林務作業割合

年	林務作業 (千円)	その他作業 (千円)	林務作業割合 (%)
2009年	341	2,118	13.9
2008年	54	3,174	1.7
2007年	387	1,648	19.0

注) 本表内の値は、法人PJの対象法人とは異なる組織の実績値である

2) 地域経営(暮らしやすい地域づくり)

(1) 地域の人と資源を活かした小さな経済の創造

造

a 女性・高齢者を活用した多品目少量生産、流通システムの構築

野菜栽培教室等の取組は、出荷経験者の少ない地域住民に関心を持たせる手法として活用でき、栽培技術・知識の向上と参加者間の繋がり形成に効果がある。また、これら取組を出荷に繋げるためには、栽培技術以外の情報提供や荷姿等の提案が重要である。

共同出荷の取組は、耕作の再開や自家消費だけでなく販売を促す効果、やりがい等意欲の向上に効果がある。ただし、出荷経験の少ない住民や高齢者に提案する場合は、栽培品目の提示のほか、直売所までのルート確保、栽培指導者等の確保が条件として求められる。

b 加工事業による経営の多角化

センターが開発したクリの剥皮技術を利用した甘露煮製造の導入提案のための研修会や加工事業導入意向確認等を行い、余剰労力の確保(女性構成員)、原料供給体制の構築、販路開拓等を事業展開上の課題として抽出した。

c 社会サービス事業の展開

社会サービス事業のひとつとして、輸送・交通サービスに取り組む方法は、自家用自動車による有償運送(過疎地有償運送)や無償運送(集落内の地縁組織が取り組む事例が該当)がある。有償運送に取り組む場合は、首長や運輸局などで構成する運営協議会との合意形成や運転者資格、事務手続き等の負荷が新たに生じる等の課題のほか、事業形態(農事組合法人)による規制にも留意する必要がある。

3) 多様な販売チャンネルの構築

(1) 多様な販売チャンネルを活用した地域所得の確保

a 多様な販売チャンネルに対応した生産・販売システムの構築

他出者等を対象とした農産物販売を行う場合、①野菜等の計画生産に対応できる農業者集団、②他出者等との事務・調整者、③認知度向上に有効な情報・会報誌などが継続する上で必要である。法人が取り組む場合は、野菜教室、共同出荷経験者等に対する生産誘導等を図り、法人の経営品目と組み合わせる

ことで、多様な需要に応え得る生産・販売体系の構築に繋げる必要がある。

(2) 外部資本と連携した経営の多角化(農商工連携)

果樹の規格外品を用いた農商工連携の取組事例では、売上額に占める農業者側の出荷額は1割程度と低い(データ略)。集落営農法人において、収益部門として確立させるためには、活動意欲のある女性等主要労働者の年齢構成、農産物の生産量及び商品化率、機械等の更新力等を取組条件とし、農産物出荷元としての役割を担うか、加工・販売等を手掛けて地域所得の確保を目指すかを選択する必要がある。

2 平坦地域

1) 効率的な営農の確立

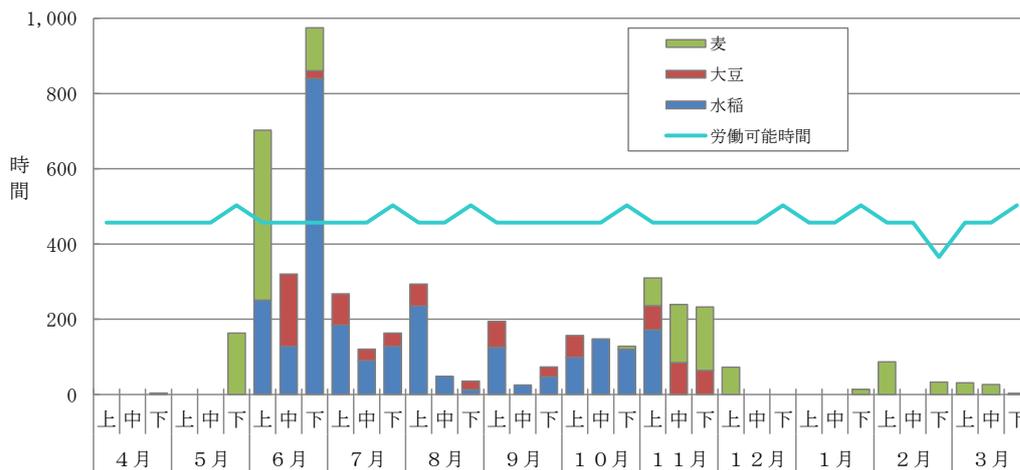
(1) 効率的な土地利用をベースにした作業分散、省力化、コスト削減

a 作業分散を図る超省力技術との組み合わせと機械化

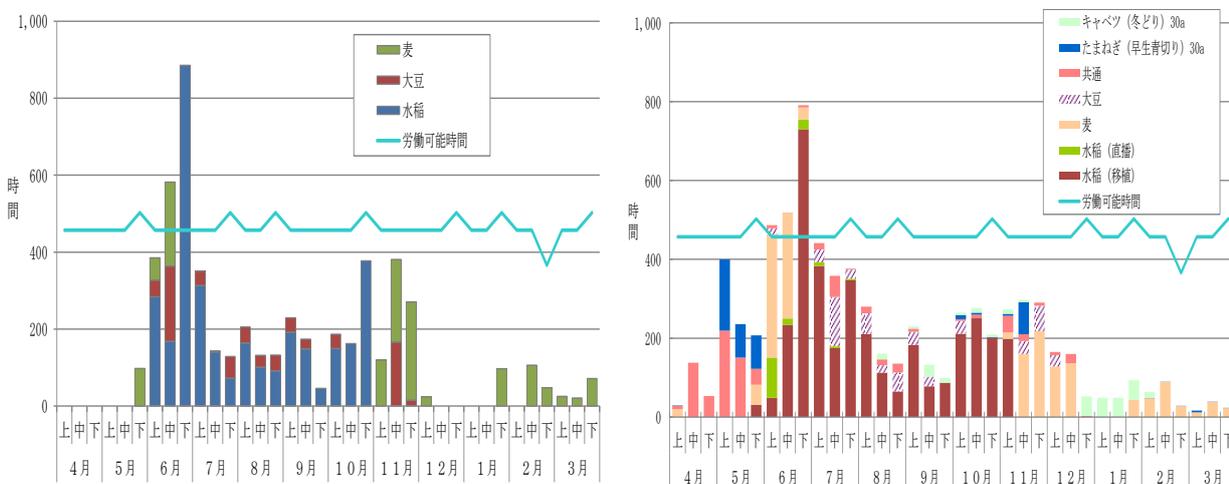
土地利用、労働時間等の実態として、6月に過剰労働が発生していた(第7図)。これを抑制するため、作付体系及び機械体系により作業分散を図るとともに、施肥及び防除技術の組合せにより省力化とコスト削減を図った。作付体系は①二条大麦収穫→②乾田直播水稻→③大豆播種→④小麦収穫→⑤移植水稻とし、機械化体系は水稻、麦類は作業機の脱着性や作業性、地域適応性から、部分耕起播種技術を採用した。大豆は排水性、茎疫病のリスクを考慮して耕耘同時畝立栽培で実施することで、6月の作業分散が図られ、更にキャベツ、極早生タマネギも導入された(第8図)。

b 生産の安定、コスト削減を図る技術の構築

施肥対策は、鶏糞散布履歴の異なるほ場の土壌分析を行い、施肥設計を行った。鶏糞を散布して麦を栽培した場合、一般的な化成肥料と同等の効果があり、リン酸、カリが残存し、後作の水稻に利用できることを利用して、水稻作は窒素のみの緩効性肥料を使用することで、慣行と同程度の収量性が確保でき、肥料費のコスト低減が図られた(第8表、第9表)。乾田直播栽培における除草対策は、入水後の一発処理剤を省略した新除草体系について実証し、ヒエの発生も少量で除草効果も高かったため、一発処理剤を省略できる(第9図、第10図)。



第7図 グリーンファーム名田島の労働時間



第8図 栽培体系見直しによる作業集中の分散

第8表 麦前鶏糞と緩効性肥料の組合せが水稲の生育、収量に及ぼす影響

区名	草丈(cm)			茎数(本/m ²)			出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	収量 (kg/a)	同左 (%)	千粒 重 (g)
	7/13	7/25	8/10	7/13	7/25	8/10								
実証区(麦前鶏糞+窒素)	25	33	55	130	389	572	9/3	10/15	72	17.0	450	60.0	94	23.7
慣行区(ユーコート462晩生)	30	36	63	97	386	619	9/4	10/14	77	17.5	491	63.5	100	23.8

注1) 品種: 中生新千本、6月下旬移植

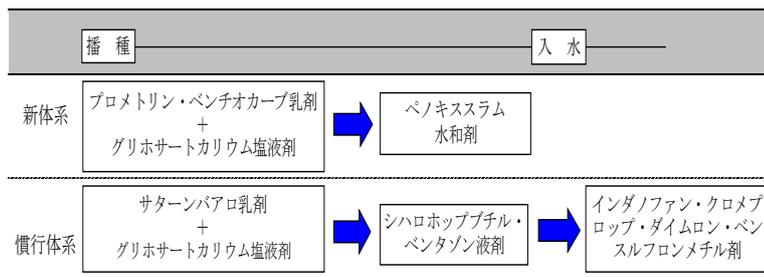
注2) N施用量は8kg/10a、実証区の窒素は耕起前にLP50+LPSS10を1:1に配合した肥料を散布した

注3) 実証区では、肥料の散布ムラが発生し、生育が劣る部分の調査となった

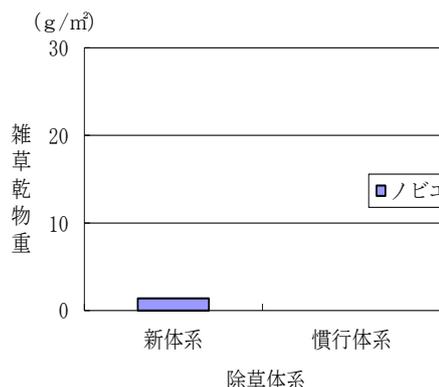
第9表 水稲栽培に必要な肥料代と差額

区名	肥料施用量 (kg/10a)	1袋価格 (円/20kg)	10a当たり 肥料代(円)	差額 (円)
実証区(LP50+LPSS100)	20	4,056	4,056	-1,016
慣行区(ユーコート462晩生) ^{注1)}	40	2,536	5,072	

注1) N:P:K=14:16:12



第9図 入水後の一発処理剤を省略した新除草体系と慣行体系（乾田直播水稻）



第10図 新体系と慣行体系の残草比較

c フォアスを活用した効率的な水管理技術の評価

水稻、大豆栽培では、生育ステージ毎の水位設定を早見表やスケール等により管理することで作業の簡素化ができる。また、フォアスによる水位制御で水管理が軽減、簡素化できた。

(2) 生産基盤と経営基盤の強化

a フォアスを活用した経営の強化

給排水制御による生産の安定を図るため、フォアスを導入した結果、以下の課題が明らかになった。

- ①補助孔は、疎水材の腐食等が原因となる閉塞により、給排水機能の維持や均一性の確保が困難となったため、補助孔再生対策が必要である。
- ②干拓地では、潮位と排水路の滞水等が影響したため、ほ場ブロック毎の団地化や排水口からの逆流防止等の対策が必要である。

b 経営管理システムの構築

経営管理システムは、法人独自のシステムに、効率的な土地利用を視野に入れた経営管理、分析が可能となるよう、マップ化やほ場管理履歴等機能を追加提案し、実効性の高いシステムが構築された。将来の後継者対策として、集落内及び他出後継者候補者へのアンケート調査を行い、法人の活動内容や集落行事集等の情報を添付して再調査を実施することで、意識の変化や情報発信の必要性が確認できた。

c 畦畔管理の省力化

「ティフブレア」（ムカデ芝）による畦畔管理の省力化には、初期除草の徹底と適切な刈取位置の遵守等が必要である。

2) 所得機会の創出

(1) 経営の複合化、多角化による収益還元システムのづくり、地域所得確保

a 地区住民の経済活動への参画誘導

地域に伝わる食や文化を集めた知恵袋集を作成し、新たな商品開発の可能性を検討したが、地域での一体的な生産に結び付く素材が乏しく、地区住民の経済活動への参画誘導促進には至らなかった。

b フォアスを活用した経営の複合化

経営複合化の取組検討と合わせ、地域所得を向上するため、農作業にゆとりのある期間や女性・高齢者の労力を活かして導入が可能な複合品目は早生タマネギ、キャベツ等であった（第8図、第11図）。

c 一手間かける換金システムづくり（多角化）

作成した知恵袋集等をもとに、農産加工等の取組みを含めた多角化活動の検討を提案した。しかし、運営の核となる女性グループの法人内での業務負担が大きく、具体的な活動には至らなかった。多角化等の取組を進める際には、中期的な計画に基づいた段階的な検討が求められる。

d 多様な販売チャンネルに対応した生産・販売システムの構築

新規実需者等の情報を収集し、各地域のインショップ等への対応を検討した。普通作物以外の供給産物がないため新たな進展はなかった。外部資本と連携した取組を新たに始めるためには、核となる商品づくりに向けた農産物の供給体制の構築や、ビジネスパートナーとのマッチング支援等が不可欠である。

グリーンファーム名田島体系素案 (普通作物不耕起技術及び園芸作物の導入検討素材)																				
	5月			6月			7月		8月	9月	10月	11月			12月	1月	2月	3月	4月	
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬～				上旬	中旬	下旬						
大麦 (10ha) 7割ホーホト			収穫									土づくり 排水対策	播種 (耕起、不耕起)							
不耕起水稲 (10ha) 中生新千本、ヒノカ				播種							収穫									
小麦 (20ha) シノカ、ふくさやか					収穫							土づくり 排水対策	播種 (耕起、不耕起)							
耕起水稲 (10ha) 中生新千本、ヒノカ						移植					収穫									
(不)耕起大豆 (5ha) サチユタカ					播種 (標準)								収穫							
耕起大豆 (5ha) サチユタカ							播種 (晩播 高密度)							収穫						
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">【活用可能】</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">【活用可能】</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">【活用可能】</div> </div>																				
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">【活用可能時期の園芸作物導入検討】</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">労力確保！ 機械装備！</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">労力確保！ 機械装備！</div> </div>																				
たまねぎ 貴錦	出荷										定植								収穫	出荷
たまねぎ 早生7号	収穫	出荷											定植							
たまねぎ ターザン			収穫											定植						
たまねぎ もみじ3号				収穫											定植					
キャベツ YR泰山YR家康											定植								収穫	
キャベツ 夢舞台												定植							収穫	
キャベツ 玉輝												定植							収穫	
キャベツ 春系305輝輝												定植							収穫	
ブロッコリー 緑帝												定植		収穫						
ブロッコリー グリーンフェイス												定植			収穫					
ブロッコリー エンデバー												定植				収穫				

第11図 営農体系検討表

3) 地域連携の促進

(1) 地域内加工・直売施設の利用、実需者との連携強化

a 加工、直売施設、実需者との連携活動の展開

地域内や近隣の直売所等の出荷規約等から、当該法人が直売活動に参画する際の条件整理を行った。出役調整の負担等の問題もあり、出荷品目の選定等には至らなかった。

b 法人間による販売連携活動の展開

法人間連携の活動パターンとして、①各法人の弱みを補い既存商品の価値を向上させる取組と、②新たな商品を開発する取組に分け、県内外での取り組み事例等の情報提供を行った。しかし、当該法人における経営複合化の取組が初期段階だったこと、近隣法人の法人間連携に向けた動機付けが困難だったこと等から、法人間連携に至らず、話し合い活動や気運の醸成が必要である。

(2) 各協議会等を活用した生産、流通、販売情報等の収集と共有化

各種協議会等を通じ管内法人の設立状況や活動状況、連携に繋がる情報収集および提供を行った。

(3) 作期、標高差を活かした法人間等での機械利用システム、労力補完体制の組立

a 生産連携活動の展開

大型機械の賃借は、台車の確保、整備点検コスト負担、適期作業ができない等問題があり自己導入の方が有効な場合もあるため、総合的な判断を要し、実際の行動には至らなかった。しかし、小型機械は安価で導入しやすくシステム化も容易であるため、関係団体等と調整し導入を図ることは可能である。

第10表 中山間地域（植柳ファーム）における研究目標値と達成状況

目標値等	目標達成状況			
	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度
売上高25%増加	31.9%増加	26.0%減少	22.2%増加	92.2%増
売上高材料費比率5%削減	5.2%減少	5.8%増加	3.3%増加	7.3%減少
新規3件以上	取組なし	タネ、アスパラガス、自然薯	同左+ハクサイ	ハクサイ、アスパラガス、自然薯
売上高労務費比率30%以上確保	26.1%	68.6%	46.6%	28.3%

第11表 平坦地域（グリーンファーム名但馬）における研究目標値と達成状況

目標値等	目標達成状況			
	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度
労働時間10%削減	水稻 8.2%増	水稻24.7%減	水稻27.6%増	水稻13.2%増
	麦 32.0%増	麦 11.8%増	麦 3.7%増	麦30.9%増
	大豆34.0%減	大豆 3.1%増	大豆13.1%減	大豆29.1%減
売上高材料費比率5%削減	0.6%増	1.9%増	10.4%増	3.1%増
	—	はなっこりー 女性グループ 2名	早生タネ 女性グループ 8名	冬キャベツ 女性グループ 8名
新規2件、3名以上				
従事分量配当額20%の向上	27.7%増	51.2%増	37.8%増	33.3%増

摘要

- 1 試験研究で確立された技術等を、社会実験手法を用いて現地実用性等の検討を行い、モデル法人の経営発展・安定に向けた課題解決の取組を行った。
- 2 農地と経営管理を一体的に管理するシステムを構築し対象法人に提案した結果、法人内の労務管理作業の省力化・簡素化が図られた。
- 3 フォアスは早期湛水による除草技術や水稻の生育に応じた省力灌水技術の面で有効であったが、以下の問題点が明らかとなった。
 - ・補助孔閉塞等による給排水機能維持や均一性確保のため、補助孔再生対策が必要である。
 - ・干拓地等では潮位や排水溝の水位変動等により、配水管からの逆流防止対策や団地化栽培による営農対策を講じる必要がある。
- 4 地力差があり、一元的な施肥管理が難しい水田作では、予め土壌分析により地力レベルを3段階程度に区分し、標準±3割の肥料増減することではば一

定の収量が得られる。

- 5 平坦部では麦-水稻の栽培体系で、麦栽培前に鶏糞を施肥することで、水稻栽培時は窒素成分のみの緩効性肥料で慣行並の収量を得ることができる。
- 6 長大な法面を有するほ場では犬走りを設置することで作業性の向上や軽労化が図られる。
- 7 新たな作物導入をする場合は、地域住民に関心を持たせる取組が有効であり、出荷先や運搬、指導者の確保などが条件として求められる。
- 8 農商工連携を行うためには、農産物の出荷元とするのか、自ら加工・販売して所得を確保するのか、その目的の明確化が大切である。
- 9 標高差等を利用した機械の効率的利用は、大型機械では台車や整備コストの負担、機械の故障や天候による作業遅れ等への対応など総合的な判断により実施する事が必要だが、小型機械は、安価で導入しやすくシステム化も容易であるため、連携が図りやすい。

ニホンジカによる角こすり被害と間伐の関係

田戸裕之・廣永拓男・小枝登・細井栄嗣*

The relationship between forest thinning and bark-stripping damage caused by Sika deer (*Cervus Nippon*) to trees in artificial plantation forests

Hiroyuki TADO, Takuo HIRONAGA, Noboru KOEDA and Eiji HOSOI

Abstract : There were very few places where forest thinning caused an increase in damages from Sika deer (*Cervus Nippon*). It can be gathered that forest thinning is not a major factor in Sika deer damages. Results showed that cypress trees were significantly more likely to suffer damages than cedar trees. Investigations showed that "Vegetation index" and "Angle of inclination" have an effect on bark-stripping damages. Further investigating within a single forest showed that location, tree species, angle of inclination, degree of ground cover and distance from roads were all influences.

Material produced from forest thinning was used to fence off the thinned areas or wrapped around trees in thinned areas. Both methods significantly reduced tree damages, although the fence method required maintenance.

It would be effective to use the branch wrapping protection method in areas with high damage potential (cypress trees on gentle slopes with low surrounding ground coverage).

Key Words : vegetation index, angle of inclination, damage control

キーワード : 植生の繁茂状況、傾斜、被害防止

緒言

ニホンジカ(以下 シカ)による人工造林木への被害形態は、枝葉が食害を受ける枝葉採食害と樹木の樹皮が剥がされる樹皮剥皮害があり、その剥皮害は、全国的に被害の発生状況が違い、樹皮を採食する樹皮採食害(以下 樹皮採食害)(尾崎 2004; Ando et al. 2004)と角を幹にこすりつけることにより樹皮がはがれる角こすり被害(以下、角こすり)(金森ほか 1993; 谷口 1993)がある。本県のスギ・ヒノキ人工林において発生するのはほとんど角こすりである。これまでの他県の報告は、樹皮採食害と角こすりの2つの剥皮害を含めた被害がある中で行われた研究で、角こすりだけ発生している地域において行われたものではない。

角こすりは、樹皮を採食しないため、採食に集まっ

た個体が密度依存的に行うものでなく、交尾期のオスの行動に依存していることが推測できる。被害が多く発生する秋はオスの発情期であるために、オスの発情期におけるマーキング行動ではないかと考えられている。

新植造林地が少なくなった現在、角こすりは造林木被害の多くを占める本県のシカ被害の主要なものである。角こすりは、見た目には腐朽や材質劣化を起しているが、ほとんど枯損せずに林内に残るため、外観以上に被害程度が進んでいるのが特徴である。

県内林家や林業事業体は、間伐によってシカの林内侵入が容易になり、角こすり被害の増加が懸念されるということから、

1. 間伐は角こすりに影響を与えるか。
2. 角こすりは林内のどこで発生するか。

*山口大学 農学部

3. 角こすりの被害防止はどのように行うか。
の3点を明らかにすることを目的に研究を行った。

材料および方法

1 壮齢人工林定点調査

間伐により、角こすりが増減するか否かを把握するために、2004年からシカ生息地に43箇所の定点調査地を設定し、その中で間伐が行われた現地について、間伐前後の角こすりの発生状況を調査した。

定点調査地は、生息密度調査を行っているユニットごとに山腹を中心に20年生から40年生までスギ・ヒノキ壮齢樹100本をラベリングして角こすり等の状況を調査した。調査樹100本は斜面に対して平行に25本ずつ4回繰り返して設定した。樹種別調査地点は、スギ18箇所、ヒノキ21箇所、スギ・ヒノキ混交4箇所であった。

間伐の状況は、17箇所で間伐実施が行われた。その中で間伐後の評価ができる2008年までの間伐事業地15箇所で間伐実施前と実施後の角こすり被害率の違いについて評価した。中でも間伐が行われて3年以上経過（2004年～2006年間伐実施）しているところで、実施前後の角こすりの違いについて検討した。

また、角こすりが起きる要因を調査するために、ヒノキが含まれる25箇所において2004年から2009年年までの被害発生回数を応答変数とし、説明変数として下層植生繁茂状況指数、胸高直径、傾斜、被度、生息密度を調査し、うまく説明ができる赤池情報量基準(以下AIC)によりモデル選択を行った。

下層植生繁茂指数は各調査地の中心にピンク色のボード(75cm×108cm)を傾斜に対して垂直に設置し、傾斜に対して垂直方向にデジタルカメラ(Canon社製:IXY DIGITAL 700)を地上高1m、撮影距離を5mに設定して撮影した画像を用いて評価した。評価方法は、画像におけるボードのピクセル数と下層植生のピクセル数を2値化し、下層植生の割合(下層植生のピクセル数/ボードのピクセル数)を指数化して評価した。

傾斜は、調査地の中心において斜面の平均的な傾斜を2mのポール上をスランートルールにより測定した。被度は、コードラート法(1m×1m方形区)により行い、その値は全ての植物の被度の合計で0から10の値で表した。生息密度は、それぞれのユ

ニットで行った2006年の糞塊密度調査による生息密度結果を利用した。

2 壮齢人工林詳細調査

角こすりは、人工林内のどのような場所で起きやすいのかを明らかにするために、シカ生息地の中で角こすりが起きている2林分について、被害が起きる要因と角こすりの発生の関係を明らかにするための調査を行った。

(1)試験地

ア 長門試験地

林況:長門市深川湯本スギ・ヒノキ37~44年生北西向き斜面、2006年搬出間伐実施(間伐率26%)

推定シカ生息密度:27.5頭/km²(誤差範囲±10.8頭:2006年調査)

胸高直径:ヒノキ24cm,スギ26cm

イ 豊田試験地

林況:下関市豊田町大字地吉スギ・ヒノキ35年生北東向き斜面、2007年搬出間伐実施(間伐率23%)

推定シカ生息密度:6.6頭/km²(誤差範囲±2.6頭:2006年調査)

胸高直径:ヒノキ27cm,スギ34cm

(2)調査方法

調査対象地内の立木、間伐木伐根、糞塊の位置を(株)ティンバーテック社製Impulse200を使用して、測量した。また、上層木については、胸高直径、角こすりの状況を調査した。また、立木の道路からの距離及び広葉樹林からの距離は、地図上で計算した値を用いた。

下層木については、立木斜面上部の植生被度、枝条による被度、合計した被度をコードラート法(1m×1m)により0から10で表し、傾斜は立木周囲の斜面の平均的な傾斜を用いた。

3 角こすり被害防除試験

被害発生軽減方法の開発のため、第1図のとおり枝を利用した「枝状巻き付け」と間伐木の梢端を利用した「柵積み柵」の2つの方法の実証試験を行った。

木の四方を枝条の柵積みで囲み、シカの侵入を防ぎ被害を防止する方法(以下柵積み柵)と、壮齢樹の幹に枝条を巻きつけることにより1本1本を守る方法(以下枝条まきつけ)の有効性評価のために調査地を設定した。

調査地は、第2表のとおりヒノキの壮齡林尾根上に設定し、シカの生息分布の中でも被害が発生しやすい場所とした。

結 果

1 壮齡人工林定点調査

定点調査地全体の被害率（第1図）は、累積被害率が約1割から2割に増加し、毎年の新しい被害（新被害率）は2%から4%の被害を受けている。

間伐による角こすりの影響を見るために、間伐施業が行われた年を基準年とし、その前後の被害発生本数率を比較した。また、施業が行われてから2年間以上調査ができていない（2006年以前に調査）ルート8箇所において経年変化を比較した（第3図）。

林分ごとの樹種による被害率の差（第3図）は有意にヒノキ林の方がスギ林よりも被害率が高く、角こすりはヒノキ林に起きやすいことがわかる。

次に、下層植生繁茂状況指数、胸高直径、傾斜、被度、生息密度を説明変数として応答変数の角こすり被害回数を説明できる一般化線形回帰モデル式をつくと、選択された説明変数は第4図のとおり下層植生繁茂状況指数と傾斜であり、それぞれ推定値（Estimate）が負であるために、下層植生が繁茂すること及び傾斜が急になることにより角こすりを受ける可能性が低くなることを示した。

2 壮齡人工林詳細調査

長門調査地では、ヒノキ566本中30%、スギ35本中40%（第5図）、豊田調査地ではヒノキ215本中43%、スギ368本中28%（第6図）が累積被害を受けていた。その年に被害を受けた新被害は、全くない年から10本弱まで様々であった。

林分内のどのような場所で角こすりが起こる可能性が高いかをシミュレーションするために、2箇所の調査地（第7図、第8図）胸高直径、樹種、傾斜、被度、道路からの距離、広葉樹林からの距離を説明変数として応答変数の角こすり被害の有無を説明できる一般化線形回帰モデル式をつくり、最も説明しやすいモデル式をAICにより明らかにし、林分内の被害発生ポテンシャルを明らかにした。選択された説明変数は調査地、樹種、傾斜、被度、道路からの距離であり、それぞれ推定値（Estimate）は第9図のとおりであり、試験地は豊田調査地の方が

正であるため豊田調査地においてポテンシャルが高く、樹種はスギが負であるために、ポテンシャルが低く、推定値（Estimate）が負であるために、下層植生が繁茂すること及び傾斜が急になることにより角こすりを受ける可能性が低くなることを示した。

3 角こすり被害防除試験

柵積み柵は、2人2時間で $5\text{m} \times 5\text{m} = 25\text{m}^2$ の周囲20mの四角形を作ることができ、枝条まきつけは2人1時間で同面積を設定することができた。

柵積み柵は、調査日数が経過するにつれて、風による枝条の移動が認められ、高さが低くなった。効果を持続させるためには、定期的なメンテナンスや、枝条の量を多くする必要があった。

両方式ともに被害軽減効果は確認されたものの、「柵積み柵」は幅1m、高さ1.5mを基準に設定したが、1年を経過した12月調査では、梢端の枯れや腐りにより、高さが確保できず被害が確認された（第3表）。

考 察

全体の生息密度と定点調査の位置を第10図に示す。間伐後に被害が増加したのは、旧下関市小月の北部でシカの生息分布が拡大している端にあたり、被害増加が起こる可能性が高い場所であった。角こすりは、オスジカが生息分布の端で起こす被害であるために、生息密度と相関がないことがわかっている（田戸、2001）。

それに対して、被害が少なくなったのは、長門市俵山でシカの生息密度が高い地域であった。

また、残りの6箇所は間伐後の変化が明確ではなかった。これらのことから、間伐による被害増加の可能性は低いと考えられる。

間伐と角こすりの関係、林分の違いによる被害発生の可能性の違い、林分内の要因による被害発生の可能性の違いを将来残すべき残存木を効率的に守る方法が示唆された。特に下層植生を積極的に繁茂させることにより被害が発生しにくくなる（井上ほか、2007）という結果は他の報告を支持するもので、本県においても下層植生を積極的に繁茂させるために間伐をすることは、シカの角こすりを軽減させる効果があると示唆された。ただし、間伐直後から下層植生が十分に繁茂するまでの期間については、地形的に林分内の被害の出やすい場所やオスジカの生息分布の端では枝条巻き付

け等による被害対策の検討をする必要がある。棚積み柵では、効果を維持させるための作業が必要となり、林業のような長い期間経営するものへの適応は難しいと考えられる。林業は長期に経営を行う産業であるが、管理作業は継続的に行う必要がある。シカの管理は密度管理が前提であるが、狩猟者の高齢化等社会的要因で生息密度を目標値まで下げることが難しい状況の中、将来の財産として人工林を持続的に維持させるために、角こすり防止対策を講じることは今後とも必要である。

壮齢スギ・ヒノキ人工林の角こすり防止は、被害が発生しやすく将来的に利用するために残す残存木を優先して単木的な被害防止（枝条巻き付け）を行うことが、最も効率的な被害防止方法である。

摘 要

1 被害発生状況調査

間伐施業前より被害が増加している箇所はわずかであり、間伐により被害が増加したとはいえない。ヒノキ林の方がスギ林に比べ有意に被害を受ける

確率が高い。

定点調査では、「植生の繁茂状況」、「傾斜」が角こすりに負の影響を示していた。

林分内の詳細調査では、「調査地」による違い、ヒノキがスギより被害が発生しやすい、傾斜が緩やかな方が被害が発生しやすい、被度の低い方が被害が発生しやすい、道路からの距離が遠い方が被害が発生しやすい傾向があり、角こすりに影響を与えていることが明らかとなった。

2 被害発生軽減方法開発

「棚積み柵」の効果は確認されたものの、維持させるための作業が必要となり、林業のような長い期間経営をするものでは難しい。

「枝条巻きつけ」は、施業木全て被害を受けておらず、資材が樹幹にある限り防止効果がある。

3 まとめ

被害防止方法は、角こすり被害ポテンシャルが高いと示唆されたスギよりヒノキを優先的に、傾斜が緩やか、周辺の被度が低く、道路からの距離が遠くて人為的な影響がない場所を単木的（例：枝条巻き付け）に、被害防止することが有効である。

第1表 定点調査地間伐実施状況

ルート番号	樹種	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年
5130-37-19	ヒノキ				○		
5131-00-21	ヒノキ		○				
5131-10-07	ヒノキ	○					
5131-20-01	スギ			○			
5131-20-07	ヒノキ	○					
5131-20-17	スギ						○
5131-30-02	スギ			○			
5131-30-05	ヒノキ			○			
5131-30-13	ヒノキ					○	
5131-30-17	スギ				○		
5131-30-19	スギ				○		
5131-31-07	スギ						○
5131-31-13	スギ	○					
5131-31-16	スギ・ヒノキ			○			
5131-31-17	スギ				○		
5131-40-09	ヒノキ				○		
5131-41-16	スギ				○		

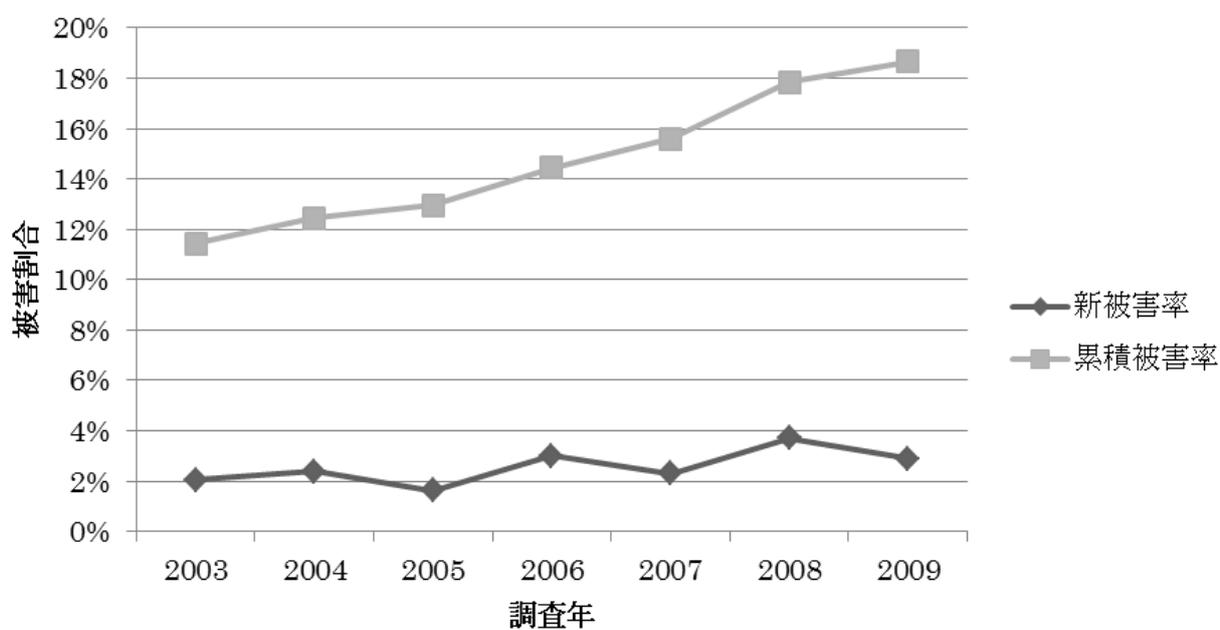
○:間伐年度



第 1 図 被害発生軽減方法

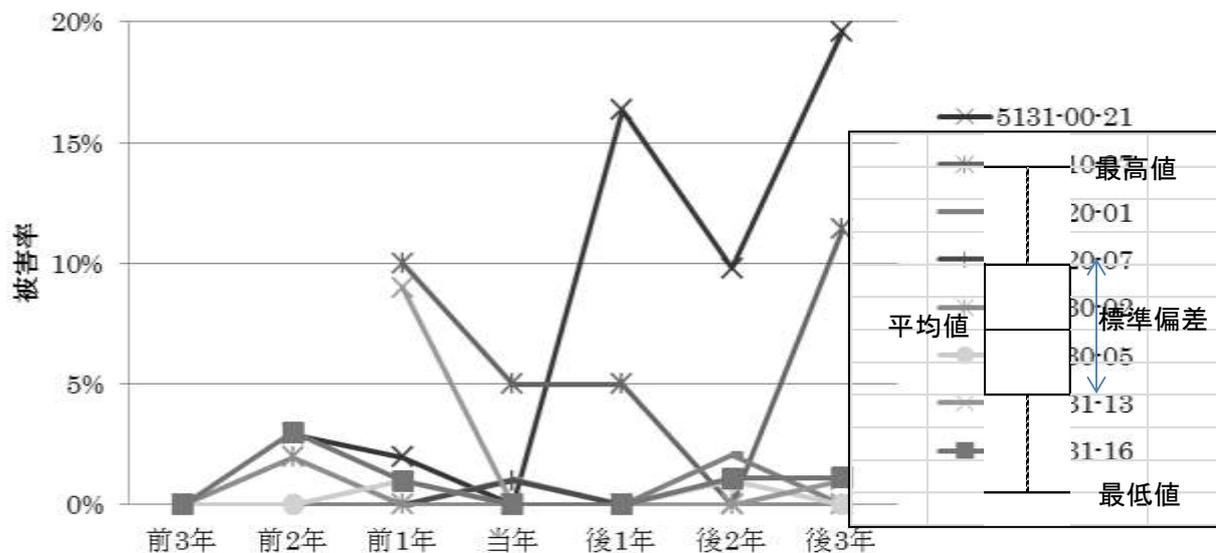
第 2 表 被害発生軽減方法の開発調査地

調査地名	住所	樹種	樹齢	地形
KI	下関市豊浦町貴飯	ヒノキ	20	尾根
KA	長門市俵山金ノ口	ヒノキ	32	尾根
JA	長門市俵山砂利が埜	ヒノキ	46	尾根

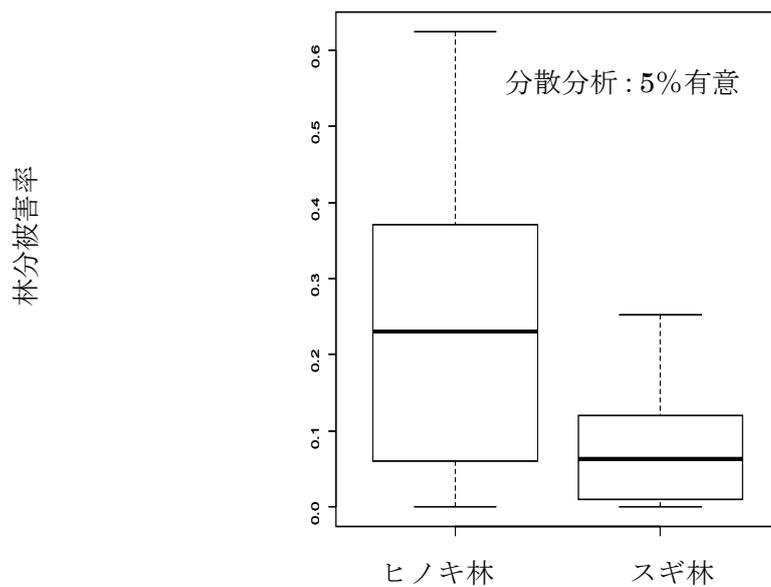


第 1 図 定点調査地全体の被害率

ニホンジカによる角こすり被害と間伐の関係



第 2図 間伐施業前後の被害率の変化



第 3図 樹種による被害率の違い

応答変数(response variable)

y: 角こすり被害回数 (2003年~2009年)

説明変数(explanatory variable)

P: 下層植生繁茂状況指数

~~DBH: 胸高直径~~

I: 傾斜(radian)

~~C: 被度~~

~~D: 生息密度~~

==== : モデル選択されなかった変数

項	推定値 Estimate	標準誤差	Z 値	p 値
切片	-1.414	0.229	-6.166	<0.0001
P	-0.461	0.124	-3.726	<0.0001
I	-4.292	0.629	-6.829	<0.0001

$$y = 1 / (1 + \exp(-(a + px_1 + dbhx_2 + ix_2 + cx_4 + dx_5)))$$

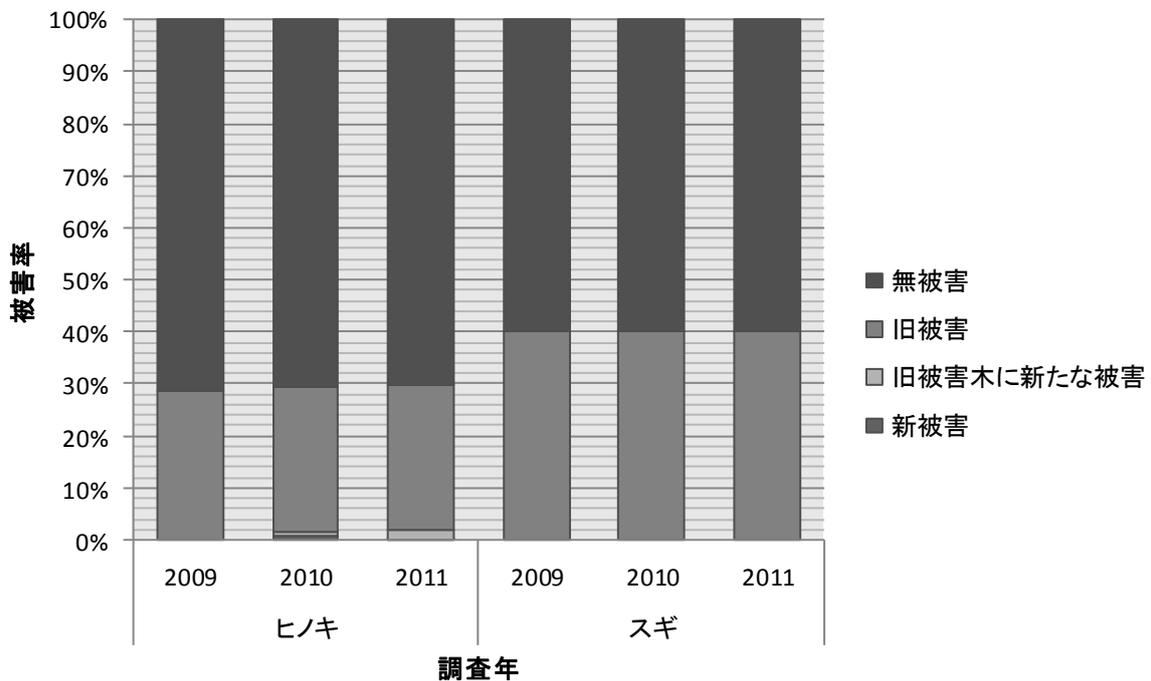
↓ モデル選択 (AIC)

$$y = 1 / (1 + \exp(-(a + px_1 + ix_2)))$$

↓

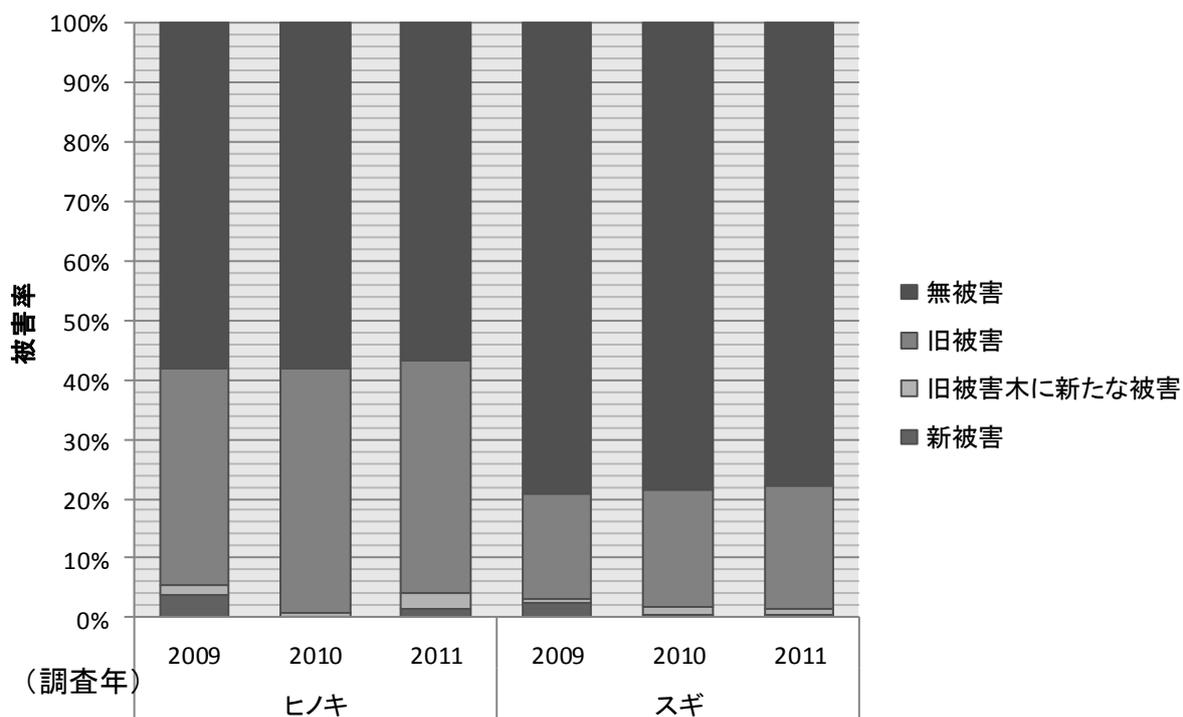
$$y = 1 / (1 + \exp(-((-1.41) + (-0.46)x_1 + (-4.29)x_2)))$$

第 4図 一般化線型モデルによるモデル解析 (定点調査)

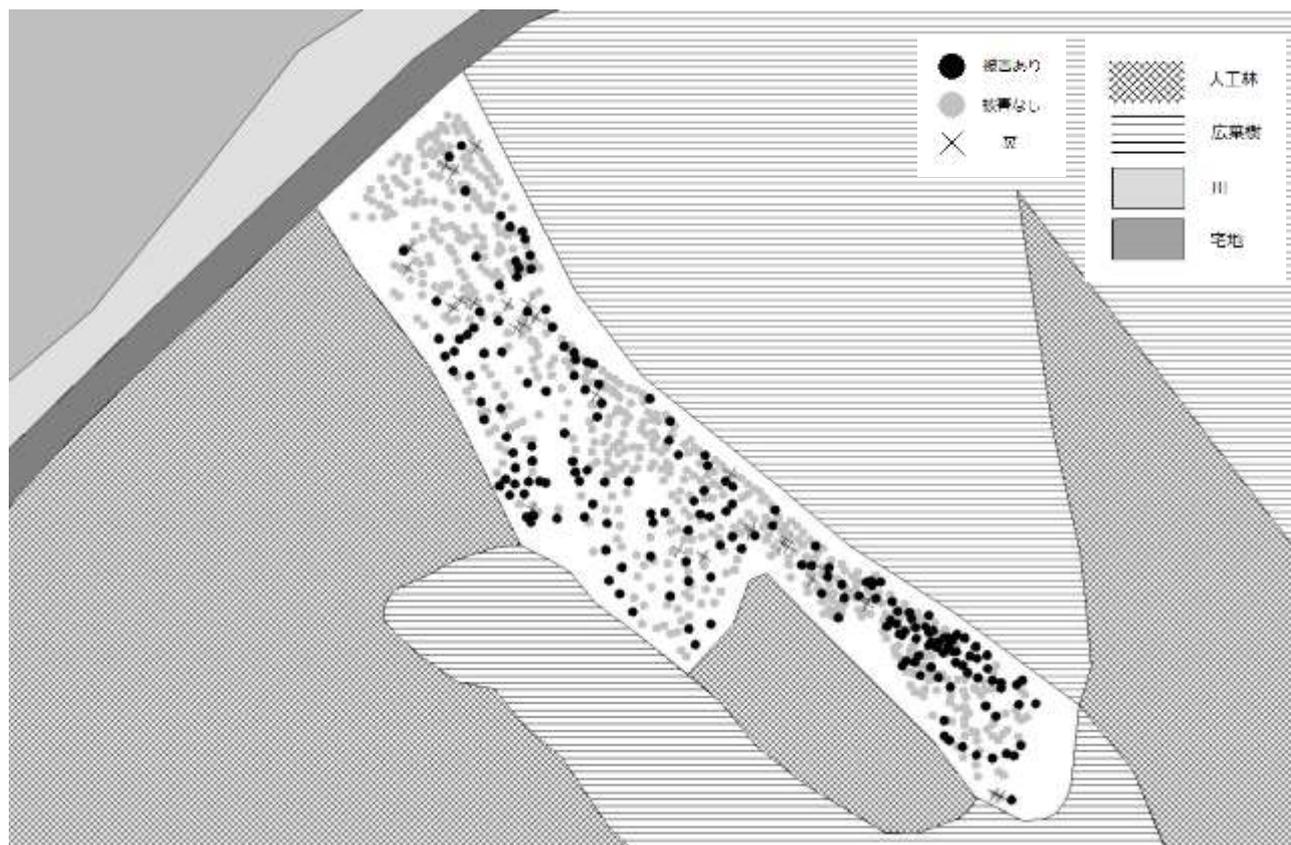


第 5図 長門市調査地の被害率の推移

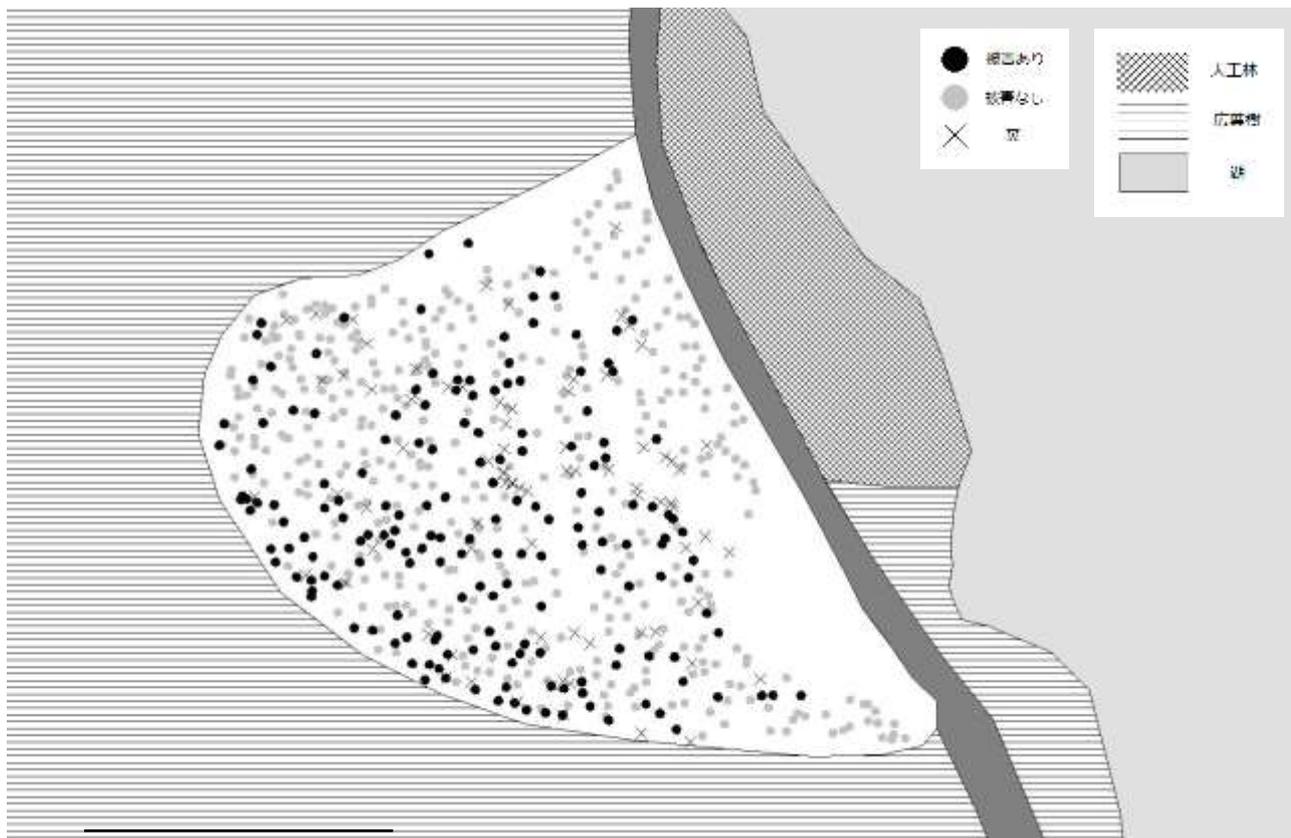
ニホンジカによる角こすり被害と間伐の関係



第 6図 豊田調査地の被害率の推移



第 7図 被害発生箇所調査の被害状況（長門市湯本）



第 8図 被害発生箇所調査の被害状況（下関市豊田町）

$$y = 1 / (1 + \exp(-(a + arx_1 + dbhx_2 + sx_3 + ix_4 + cx_5 + rx_6 + bx_7)))$$

↓ モデル選択 (AIC)

$$y = 1 / (1 + \exp(-(a + arx_1 + sx_3 + ix_4 + cx_5 + rx_6)))$$

↓

$$y = 1 / (1 + \exp(-((-1.10) + (toyota = 0.58)x_1 + (hinoki = 0) x_3 + (-1.26)x_4 + (-0.05)x_5 + (0.01)x_6)))$$

$$(taineiji = 0) \quad (sugi = -0.54)$$

応答変数(response variable)

y: 角擦り被害 (3年間の被害の有無)

==== : モデル選択されなかった変数

説明変数(explanatory variable)

AR: 調査地
~~DBH~~: 胸高直径

S: 樹種
I: 傾斜(radian)

C: 被度
R: 道路からの距離

B: 広葉樹からの距離

項	推定値 Estmate	標準誤差	Z 値	p 値
切片	-1.099	0.195	-5.647	<0.001
調査地	0.585	0.159	3.672	<0.001
樹種	-0.538	0.148	-3.636	<0.001
傾斜	-1.260	0.323	-3.905	<0.001
被度	-0.051	0.020	-2.511	<0.05
道路から の距離	0.006	0.001	4.405	<0.001

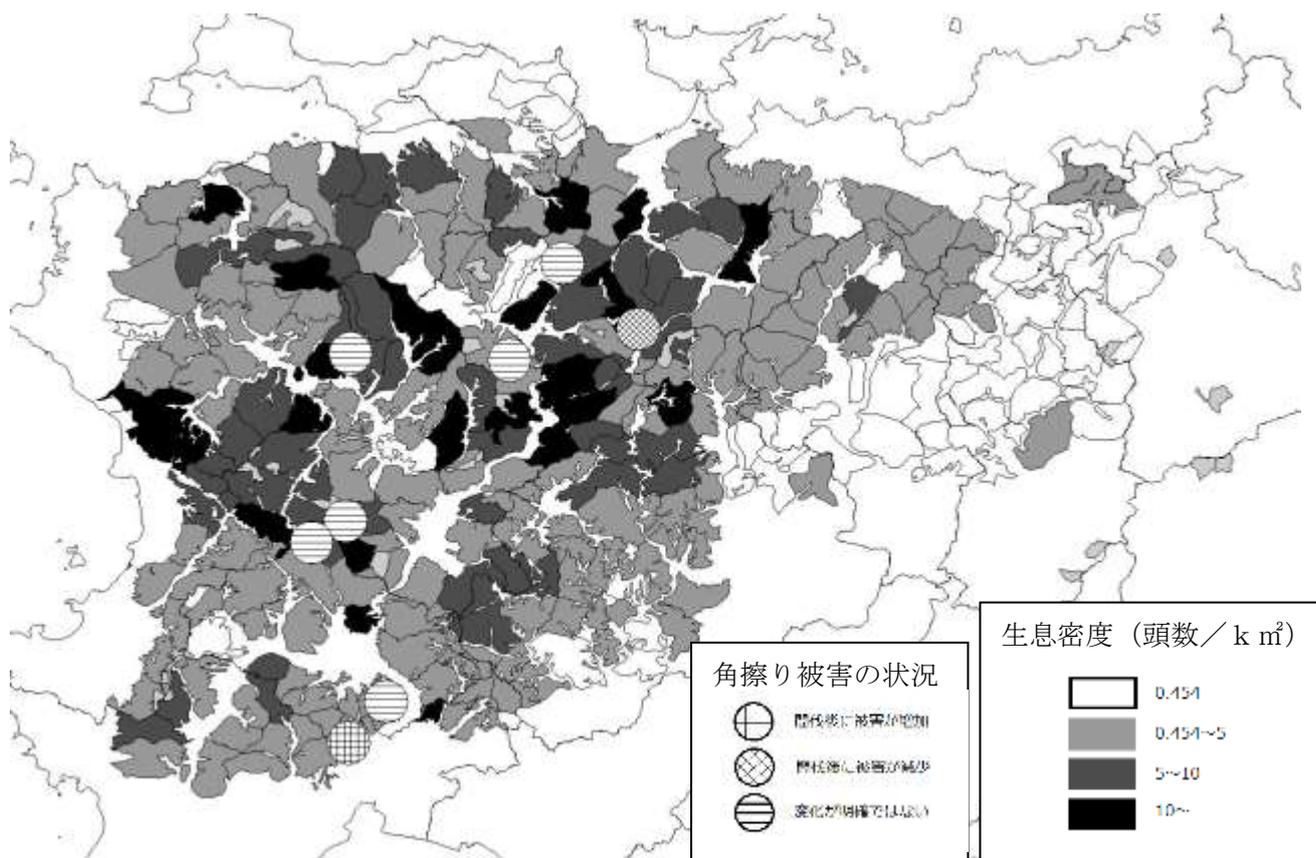
第 9図 一般化線型モデルによるモデル解析（林分内調査）

第3表 被害発生軽減試験 (KI:下関市豊浦町貴飯、KA:長門市金ノ口、JA:長門市砂利ヶ峠)

(単位:本)

処理	調査地	調査本数	被害本数				
			設定以前		設定以後		
			設定以前	設定時 1月	2010年6月	2010年12月	2011年11月
き 枝 つ 条 け 巻	KI	24	17	2	0	0	0
	KA	11	8	1	0	0	0
	JA	10	4	3	0	0	0
	合計	45	29	6	0	0	0
棚 積 み	KI	25	8	3	0	1	0
	KA	15	7	1	0	0	0
	JA	13	8	2	0	0	0
	合計	53	23	6	0	1	0
対 照	KI	25	8	0	0	0	0
	KA	11	5	0	0	2	2
	JA	10	6	2	1	0	1
	合計	46	19	2	1	2	3

*:5%有意(設定以後の被害率を処理区ごとに母比率の差の検定(コクランのQ検定)で比較)



第10図 生息密度と角こすり被害の傾向

引用文献

Ando M., H Yokoyama and E Shibata, 2004. Why do sika

deer, Cervus Nippon, debark tree in summer on Mt. Ohdaigahara, central Japan Mammal Study 29:73-83.

井上友樹・村上拓彦・光田 靖・宮島淳二・溝上展也

- ・吉田茂二郎. 2007, ニホンジカによる人工林剥皮害と下層植生との関連性. 日林誌89 : 208- 216.
- 金森弘樹. 1993. 増えるニホンジカの林業被害. 現代林業 327(9) :6-11
- 尾崎真也. 2004. 兵庫県におけるニホンジカによるスギ壮齡林の樹皮摂食害の実態. 森林応用研究 13:69-73
- 田戸裕之 シカ生息調査. - 山口県 : 林業試験研究発表会発表集, 2001.
- 谷口 明. 1993. シカによる造林木の被害防除に関する研究(Ⅲ)ースギ・ヒノキ造林木の剥皮被害ー. 日本林学会九州支部研究論文集 46:155-156

山口県産地鶏「長州黒かしわ」の胸肉の抗酸化値

岡崎 亮・關谷 正男・伊藤 直弥

Antioxidant value of breast meat of the 'Choshu Kurokashiwa' chicken produced in Yamaguchi Prefecture

Akira OKAZAKI, Masao SEKIYA and Naoya ITO

Abstract : In gel filtration chromatography using sodium hypochlorite radical and hemoglobin, the antioxidant value of breast meat of the 'Choshu Kurokashiwa' chicken produced in Yamaguchi Pref. was measured, as well as that of the other chicken meat, beef and pork to obtain the following results. The antioxidant value of chicken breast meat extracts of the 'Choshu Kurokashiwa' fattened for 14 weeks was significantly higher than that of the broiler. It is therefore an advantage to the value added for meat of the 'Choshu kurokashiwa' chicken. The antioxidant values of the 'Choshu Kurokashiwa' fattened for 15 weeks and 17 weeks respectively, were significantly higher than that of 12 weeks. Antioxidant value of other meats were in the following order : pork >'Choshu Kurokashiwa' > beef. Although the anserine and carnosine content of pork was lower than the 'Choshu Kurokashiwa', the antioxidant value was higher, indicating that there are other antioxidants in pork.

Key Words : quality, function

キーワード : 品質, 機能性

緒言

山口県農林総合技術センターは、「黒柏鶏」を元にした地鶏用種鶏「やまぐち黒鶏」を開発し、2008年に実用化した。また、県内の養鶏農協では、「やまぐち黒鶏」と「ロードアイランドレッド」を交配した地鶏「長州黒かしわ」の生産を2009年度から始め、ブランド化に取り組んでいる。しかしながら、ブロイラーや他の地鶏との販売競争の中で、本県初の地鶏を差別化し販路を拡大するためには、消費者に強くアピールできるような特性が必要である。

著者らは、これまでに12週肥育した「やまぐち黒鶏」の胸肉中のアンセリンとカルノシン含量がブロイラー用種の「ホワイトプリマスロック」に比べて多いこと、肥育期間を長くすることにより、アンセリンとカルノシン含量を多くすることができ、「長州黒かしわ」では14週肥育した場合に最も多くなること等を報告し

た(岡崎・關谷、2011)。

しかしながら、食品を機能性の面で高付加価値化し差別化するには、機能性成分が多いことに加えて、実際にその機能性を有することを明らかにすることが効果的である。アンセリンとカルノシンは、抗酸化活性や抗疲労作用を有するとされているイミダゾールジペプチドである。そこで、「長州黒かしわ」の胸肉の抗酸化値を測定し、若干の知見を得たので報告する。

材料および方法

1 供試材料

調査した鶏肉は、既報(岡崎ら、2011)で用いた鶏肉と同一試料の一部を用いた。すなわち、当センター畜産技術部で2009年8月5日から11月12日まで14週間肥育した「長州黒かしわ」、「やまぐち黒鶏」、「ロードアイランドレッド」、「黒柏鶏」及び山口県内の

養鶏農家で7週間肥育し生産されたブロイラー用種「ホワイトプリマスロック」の胸肉（浅胸筋）を用いた。また、「長州黒かしわ」については、肥育期間との関係について、2009年8月5日から肥育期間が12週、14週、15週、17週になるように肥育した胸肉を用いた。これら調査用の肉は、真空包装して-20℃で保存し、2010年～2011年にかけて抗酸化値を測定した。

また、他の畜肉との比較のため、牛肉と豚肉について調査した。牛肉は、畜産技術部で肥育した黒毛和種3頭と県内の農家で肥育された無角和種3頭のロース肉（胸最長筋）とうちもも肉（半膜様筋）を、豚肉は、畜産技術部で生産された三元交配豚1頭と、県内の養豚農家で肥育された同豚3頭のロース肉（胸最長筋）を用いた。調査用の肉は、鶏肉同様に冷凍保存した後抗酸化値を測定した。

2 分析方法

1) 抗酸化値

冷凍した肉を解凍せずに細切し、3gをふた付きガラス試験管にとり、熱水27mLを加え、95℃の恒温水槽中で加熱後、ろ紙でろ過した抽出液を、いったん冷凍保存した。抗酸化値測定時に解凍しカートリッジフィルターでろ過して供試した。

抗酸化値は、ゲルろ過クロマトグラフィーを用いた柳内ら（柳内ら、2004）の方法に準じて測定した。すなわち、①5 μ L牛ヘモグロビン溶液700 μ Lに水300 μ L及び酸化剤として5 μ L次亜塩素酸ナトリウム溶液100 μ Lを添加したもの、②水の代わりに抗酸化剤として5 μ Lカルノシン300 μ Lを加えたもの、③同様に肉抽出液300 μ Lを加えたものを用い、ゲルろ過クロマトグラフィー（島津製作所製LC10、カラム：東ソーTSKG-3000SWXL）で250nmの吸光度を測定したときの牛ヘモグロビンの最大ピーク高さを比較した。抗酸化剤としてカルノシンを加えた②ではヘモグロビンの分解が抑制され、①に比べてピークが高くなる。肉抽出液を加えた③でも分解が抑制されれば同様にピークが高くなる。本試験では、カルノシンを加えた②のピーク高さ①のピーク高さの差を100とし、それに対する肉抽出液を加えた③のピーク高さ①のピーク高さの差の比（百分率）を抗酸化値として表した。

2) アンセリンとカルノシン含量の測定方法

冷凍保存していた供試肉を解凍せずに細切し、10%

スルホサリチル酸溶液で抽出、遠心分離後、抽出液をpH2に調整し、高速液体クロマトグラフィー（島津製作所製LC10）で測定した。

結果

1 鶏の鶏種の違いと抗酸化値

14週間肥育した「長州黒かしわ」と「やまぐち黒鶏」、「ロードアイランドレッド」、「黒柏鶏」および7週間肥育したブロイラー用種の胸肉の抗酸化値を第1表に示した。抗酸化値は、「長州黒かしわ」が86.6%、「やまぐち黒鶏」が84.4%と、「ホワイトプリマスロック」の69.2%と比べて有意に高かった。「ロードアイランドレッド」と「黒柏鶏」は、それらの中間的な値であったが、有意差は認められなかった。

第1表 鶏種の違いと胸肉の抗酸化値(%)

鶏種	抗酸化値	備考
長州黒かしわ	86.6 a	雌雄平均 8.9
やまぐち黒鶏	84.4 a	雌雄平均 5.1
ロードアイランドレッド	78.3 ab	雌雄平均 10.0
黒柏鶏	76.9 ab	雌雄平均 8.8
ホワイトプリマスロック	69.2 b	雌雄不明 8.5

注) 上段: 平均値、下段: 標準偏差、n=8

異文字間に危険率5%で有意差あり

肥育期間はホワイトプリマスロックを除き14週間、ホワイトプリマスロックは7週間

2 「長州黒かしわ」の肥育期間と抗酸化値

肥育期間を12週、14週、15週、17週と変えて肥育した「長州黒かしわ」の胸肉の抗酸化値を第2表に示した。抗酸化値は、雄では、12週肥育の70.1%に比べ14、15、17週肥育ともに有意に高く、特に、15週肥育で88.2%と最も高い値であった。雌では、12週肥育の84.2%に比べ、14、15週肥育では数値は高いものの有意差は認められなかった。17週肥育は97.0%で12週に比べ有意に高い値であった。雌雄の平均値では、15週及び17週肥育したものが88.9%、89.2%と、12週肥育の77.2%に比べて有意に高かった。14週肥育は86.6%と値は高いものの有意な差ではなかった。

雌雄の違いでは、17週肥育において雄が81.4%、雌が97.0%と雌が有意に高かった。12週、15週、17週肥育では、雌の方が値は高かったが有意差は認められな

かった。

第2表 長州黒かしわの肥育期間と胸肉の抗酸化値(%)

	雄	雌	雌雄平均
12週肥育	70.1 b 6.6	84.2 b 2.5	77.2 b 17.6
14週肥育	81.1 a 3.5	94.0 ab 8.8	86.6 ab 8.9
15週肥育	88.2 a 5.1	89.6 ab 4.9	88.9 a 4.7
17週肥育	81.4 a 6.3	97.0 a 5.0	89.2 a* 9.8

注) 上段: 平均値、下段: 標準偏差、雌雄各n=4

縦列異文字間に危険率5%で有意差あり

*は、雌雄間に危険率5%で有意差あり

3 畜種と部位の違いと抗酸化値

14週肥育した「長州黒かしわ」のアンセリンとカルノシン含量と抗酸化値を、牛肉（「黒毛和種」と「無角和種」）および豚肉（交雑種）のそれと比較した（第3表）。アンセリンとカルノシンの合計量は、「長州黒かしわ」胸肉が1,819mg/100g（新鮮物、以下同）と最も高く、牛肉では、黒毛和種がロース肉、うちもも肉それぞれ305、501mg/100g、無角和種が同様に406、491mg/100g、豚ロース肉は498mg/100gで、「長州黒か

第3表 畜種、部位の違いによるアンセリン、カルノシン含量と抗酸化値

畜種	部位	アンセリンとカルノシン含量	抗酸化値	n
		mg/100g	%	
長州黒かしわ (14週肥育)	胸肉	1819 a	86.6 b	8
		194	8.9	
黒毛和種	ロース	305 b	53.5 c	3
		6	6.4	
	うちもも	501 b	53.7 c	
無角和種	ロース	406 b	69.3 d	3
		49	12.7	
	うちもも	491 b	67.2 cd	
	75	5.4		
豚	ロース	498 b	108.4 a	4
		73	6.3	

注) 上段: 平均値、下段: 標準偏差

異文字間に5%水準で有意差有り

かしわ」の胸肉に比べて有意に少なかった。一方、抗酸化値は、「長州黒かしわ」の胸肉が86.6%、黒毛和種がロース肉で53.5%、うちもも肉で53.7%、無角和種が同様に69.3%、67.2%であった。また、豚ロース肉は108.4%であった。牛肉は鶏肉に比べてアンセリンとカルノシン含量が少なく、抗酸化値も低かったが、豚肉では、アンセリンとカルノシン含量は低く、抗酸化値は高かった。

考 察

アンセリンとカルノシンは、鶏胸肉中に多く含まれる機能性成分として広く認知されるようになってきた。その機能性としては、抗酸化能、抗疲労作用、運動能力向上作用等が報告されている（西村、2003、佐藤ら、2002）。特に、抗酸化能は、老化防止の面から特に注目されている機能性である。野菜や果実などでは、それらが持つ抗酸化能やラジカル消去能等を測定した報告が多くみられるが（財団法人食品産業センター、2010）、食肉においては、抗酸化性成分に関する報告は多いものの、抗酸化能そのものを測定した報告は少ない。柳内らは、それは測定方法の違いによるためとし、アンセリンとカルノシンに由来する抗酸化能を、次亜塩素酸ラジカルとヘモグロビンを用いたゲルろ過クロマトグラフィーで測定する方法を開発し、その方法を用いると鶏肉抽出液の抗酸化能をよく評価できるとしている（柳内ら、2004）。

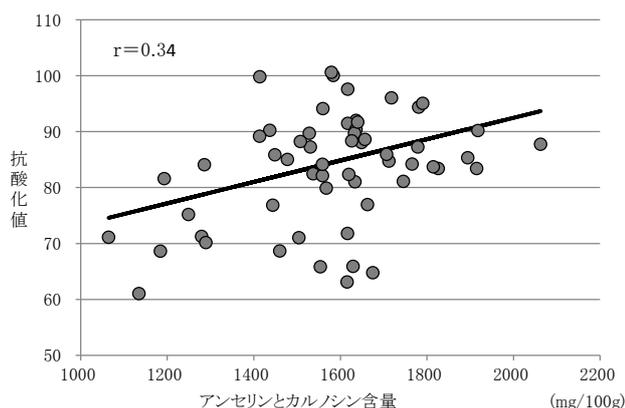
既報において著者らは、胸肉中のアンセリンとカルノシン含量が、「長州黒かしわ」や「やまぐち黒鶏」に多く含まれ、「ホワイトプリマスロック」では少ないことを、また、14週間肥育したものが、12週肥育や17週肥育したものより多いことを報告した。本調査では、既報と同一個体の肉を用いて抗酸化値を測定したところ、鶏種との関係では、アンセリンとカルノシン含量と同様に「長州黒かしわ」と「やまぐち黒鶏」で値が高く、「ホワイトプリマスロック」が最も低い値であった。しかしながら「ロードアイランドレッド」や「黒柏鶏」については、既報ではアンセリンとカルノシン含量に有意差が認められたものの、本調査の抗酸化値では有意な差は認められなかった。また、肥育期間との関係においては、既報ではアンセリンとカルノシン含量は14週肥育で最も多く、それより短くても長くても少なくなる傾向が見られたが、抗酸化値では、12週肥育に比べて14、15週肥育は、雄では有意に高いものの雌では有意差はなく、17週肥育では雌雄ともに有意差が認められるなど、総じて肥育期間が長いほうが高くなる傾向が見られ、アンセリンとカルノシン含量の傾向とやや異なる傾向を示した。

アンセリンとカルノシン含量と抗酸化値の相関関係を計算したところ、肥育期間、鶏種全体において、相関関係は有意ではあったものの、相関係数は0.34と高いものではなかった（第1図）。このことは、本測定方法が次亜塩素酸による牛ヘモグロビンの分解を抗酸化物質が抑制する程度を測定するという、間接的な方

山口県産地鶏「長州黒かしわ」の胸肉の抗酸化値

法であるため誤差が大きくなったことも考えられるが、むしろ、地鶏の肉の抗酸化値がアンセリンとカルノシンだけによるものではないと考える方が妥当と思われる。このことは、畜種間の比較においてより推察できる。すなわち、牛肉や豚肉中のアンセリンとカルノシン含量は、鶏肉に比べてかなり少なかったが、抗酸化値は、牛肉では鶏肉よりも低いものの、豚肉では逆に有意に高い値となった。従って、豚肉においては、アンセリンとカルノシン以外に、本測定法で測定される抗酸化値に影響を与える成分が存在するものと考えられる。

以上のことから、「長州黒かしわ」の胸肉は、アンセリンとカルノシンを多く含むだけでなく、「ホワイトプリマスロック」に比べて抗酸化値が高いことが判明し、山口県産地鶏肉の高付加価値化に有効な結果が得られた。また、肥育期間の長い方が、抗酸化値が高いことも明らかとなり、飼養管理方法の改善にも有効



第1図 アンセリン・カルノシン含量と抗酸化値

な結果が得られた。

摘 要

山口県オリジナル地鶏「長州黒かしわ」の胸肉の抗酸化値を、次亜塩素酸ラジカルとヘモグロビンを用いたゲルろ過クロマトグラフィーで測定した。併せて他の鶏肉や県産牛肉、豚肉の抗酸化値を測定し、以下の結果を得た。

- 1 14週間肥育した「長州黒かしわ」胸肉抽出液の抗酸化値は、「ホワイトプリマスロック」に比べて有意に高かった。
- 2 「ホワイトプリマスロック」に比べて抗酸化値が高いことは、地鶏肉の高付加価値化に有効と考えられた。
- 3 15週及び17週肥育した「長州黒かしわ」の抗酸化

値は、12週肥育に比べて有意に高かった。

- 4 抗酸化値は、豚肉>「長州黒かしわ」>牛肉の順であった。豚肉のアンセリンとカルノシン含量は「長州黒かしわ」より低く、ほかに抗酸化能を有する成分があると考えられた。

引用文献

- 西村敏英. 2003. 消費者が鶏肉に求めているもの—特に肉質について—. 日本家禽学会誌. 40:J275-J283.
- 岡崎亮. 關谷正男. 2011. 「やまぐち黒鶏」及びそれを用いたコマーシャル地鶏「長州黒かしわ」の胸肉中のアンセリン・カルノシン含量と肥育期間及び品種・系統との関係. 山口県農林総合技術センター研究報告. 2:9-14.
- 佐藤三佳子. 清水宗茂. 藤田浩太郎. 森松文毅. 2002. 食肉中カルノシン及びアンセリンの運動能力向上作用. 食肉の化学. 43 : 109-112.
- 柳内延也. 塩谷茂信. 水野雅之. 鍋谷浩志. 中嶋光敏. 2004. チキンエキス由来アンセリン-カルノシン混合体の抗酸化活性:植物由来抗酸化物質との比較. 食科工誌. 51:238-246.
- 財団法人食品産業センター. 2010. 平成20年度「農水産物機能性活用推進事業」報告書.

県産農産物の調理過程における機能性消長に関わる要因解析

平田 達哉

Factorial Elucidation Related to Variability of the Functionality in Cooking Process of Yamaguchi Prefecture's Agricultural Products

Tatsuya HIRATA

Abstract: It has been made clear that food associated with not only the function of nourishment but also a living body adjustment function deeply. A deep relation between various menstruation states so-called lifestyle-related disease in the person and food has known. It becomes more important to elucidate the protective efficacy of the lifestyle-related disease by the food.

Therefore, to get basics data to promote the use of prefectural agricultural products, such as traditional vegetables, I examined them for four properties: reactive oxygen species scavenging ability, DPPH radical species scavenging ability, anti-allergic function, and lipid metabolic improvement. However, the changes in functionality caused by cooking ingredients before they are eaten is a concern. Therefore, in this study, I investigated the factors that influence this functionality when food is cooked or processed.

Results showed that high temperature is a factor in the rise and fall functionality in many vegetables. Furthermore, acid caused decreases in functionality in white okra and Taya eggplant and salt caused decreases in azamina. Boiling at temperatures ranging from 70 to 90 degrees proved successful in controlling functionality loss.

Key Words: functionality, variable factor, processing

キーワード: 機能性, 変動要因, 加工

緒言

食品が単なる栄養という機能だけでなく生体調節機能と深く関わる事が明らかにされてきたことから、食品の生体調節機能物質に関する研究が積極的にすすめられている。これにより、食品と人の種々の生理状態、特に高血圧症、糖尿病および脂質異常症など、いわゆる生活習慣病との深い関係が知られてきた。そのため生体調節機能をもつ農産物へ関心が高まり、これらを利用した食品素材の開発が望まれている。筆者も山口県の伝統野菜を中心に農産物の抗酸化機能(活性酸素消去能、DPPH ラジカル消去能)、抗アレルギー機能(ヒアルロニダーゼ阻害活性)および脂質代謝改善機能(リパーゼ阻害活性)に関する評価を行

い、特徴ある農産物を見いだした(平田, 2010)。しかしながら、多くの食材は、茹でる、炒める等の調理をすることが多いため、本来有している機能性の消長が懸念される。そこで、本研究では、調理・加工過程が食品の機能性消長に影響を及ぼす要因を調査した。その結果、有益な情報が得られたのでここに報告する。

材料および方法

1 供試作物

山口県で栽培されたナス「田屋」(以下、田屋なす)、白オクラ、ヤマノイモ「仏掌イモ」、アザミナ、はなっこりー、タマネギ「もみじ3号」を用いた。

2 試料の調製

1) 機能性に及ぼす要因設定および処理方法

田屋なす、白オクラ、ヤマノイモ、タマネギでは、要因を加熱方法、加熱時間、加熱温度、塩分、酸の5要因とし、2水準の直交表による解析実験とした。アザミナ、はなっこりーでは、要因を浸漬時間、加熱温度の2要因とし、3水準の直交表による解析実験とした。効果の認められた主要因についてはさらに多水準試験を実施した。

2) 機能性成分の抽出

要因解析表に従って処理した凍結乾燥試料を粉碎後プラスチックに0.1g取り、10mLの80%エチルアルコールを加え、ホモゲナイザーで攪拌した。5℃で2日間振とう抽出後、ろ過し、洗液をあわせて20mLに定容し試料溶液とした。試料溶液は5℃で保存した。なお、イソチオシアネート及び粘性の測定は処理した凍結乾燥試料をそのまま使用した。

3 機能性成分の測定

1) 活性酸素消去能

活性酸素消去能はRosaらの方法(ROSAら, 1979)に準じて測定した。即ち、試験管に0.05M NaCO₃緩衝液(pH10.2)2.4mL、3mMキサンチン溶液0.1mL、3mMEDTA溶液0.1mL、0.15%BSA溶液0.1mL、0.75mMニトロブルーテトラゾリウム溶液0.1mL、試料溶液0.1mLを加えた。よく攪拌した後、キサンチンオキシダーゼ溶液0.1mLを加えて攪拌し、25℃で20分間反応させた。6mM CaCl₂溶液0.1mLを加えて反応を停止させ、560nmにおける吸光度を測定した。活性酸素消去能の強さは以下に示す式より活性酸素の阻害率として求めた。したがって数値が高いほど消去能が強いことを示す。

活性酸素消去能(%)

$$= (1 - (C-D) / (A-B)) \times 100$$

A: 対照吸光度 (試料の代わりに蒸留水)

B: 対照ブランク吸光度 (酵素液の代わりに緩衝液を加えたもの)

C: 試料吸光度

D: 試料ブランク吸光度 (酵素液の代わりに緩衝液を加えたもの)

2) DPPH ラジカル消去能

DPPH ラジカル消去能はYamaguchiらの方法(YAMAGUCHIら, 1998)に準じて測定した。即ち、試験管に500μM DPPH溶液0.5mL、0.1M トリス緩衝液

(pH7.2)0.8mL、試料溶液0.2mLを加えよく攪拌し、15℃の暗所で20分間反応させ、HPLCに供与した。また、試料の代わりにトリス緩衝液または標準品溶液(500μM Trolox)を加えたものをブランクおよびコントロールとして測定した。分析装置はTSK-gel Octyl-80Ts(4.6mm×150mm, Tosho)を装着した液体クロマトグラフ(Waters650)を用いた。カラム温度は25℃、流速は1.0mL/min、溶離液はメタノール/水(70:30, v/v)として517nmで検出を行った。ラジカル消去能は試料生鮮重100g中のTrolox相当量をラジカル補足活性として以下に示す式により求めた。

$$\text{ラジカル消去能} (\mu \text{mol Trolox eq.}/100\text{g}) = 500 \times (A-B) / (A-C) \times V / 1000 \times 100 / W$$

A: ブランクのピーク面積

B: 試料溶液を添加した時のピークの面積

C: コントロールのピーク面積

V: 試料溶液量(mL)

W: 試料採取量(g)

3) ヒアルロニダーゼ阻害活性

ヒアルロニダーゼ阻害活性は掛川らの方法(掛川ら, 1985)に準じて測定した。即ち、試験管に0.3M塩化ナトリウム100μL、2.83mg/mLを含むヒアルロニダーゼ酵素液12.5μLを加え、37℃で20分間放置した。これに試料20μLを加え、さらに37℃で20分間放置した。1.8mg/mL含むヒアルロン酸基質溶液0.25mLを加え、37℃で20分間反応した。氷中で冷却後、0.4N NaOH 50μLを加えて反応を停止させ、4.95g/50mL含むホウ酸溶液50μLを加え、沸騰水浴中にて3分間加熱した。室温まで冷却後、p-ジメチルアミノベンズアルデヒド溶液1.5mLを加え、37℃で20分間放置した後、585nmにおける吸光度を測定した。各試料について酵素液を入れないもの(ブランク)についても吸光度を測定し、以下に示す式により阻害活性(%)を算出した。

ヒアルロニダーゼ阻害活性(%)

$$= (1 - (C-D) / (A-B)) \times 100$$

A: 対照吸光度 (試料の代わりに蒸留水)

B: 対照ブランク吸光度 (酵素液の代わりに緩衝液を加えたもの)

C: 試料吸光度

D: 試料ブランク吸光度 (酵素液の代わりに緩衝液を加えたもの)

4) リパーゼ阻害活性

リパーゼ阻害活性は志村らの方法 (志村ら, 1996) に準じて測定した。即ち、試験管にトリオレイン 1 mL、0.1M McIlvain 緩衝液 (pH7.4) 7 mL、試料溶液 1 mL、酵素液として 0.07% 豚膵リパーゼ溶液 1 mL を加え攪拌し、37°C で 1 時間振とうした。エタノール 20 mL を加えて反応を停止させ、生成した脂肪酸を 0.1N NaOH で滴定して、以下に示す式により阻害活性 (%) を算出した。

$$\text{リパーゼ阻害活性 (\%)} = (1 - (C-D)/(A-B)) \times 100$$

A: 対照滴定値 (試料の代わりに 80% アルコール)

B: 対照ブランク滴定値 (酵素液の代わりに緩衝液を加えたもの)

C: 試料滴定値

D: 試料ブランク滴定値 (酵素液の代わりに緩衝液を加えたもの)

5) イソチオシアネート (辛味成分)

イソチオシアネートの測定は小嶋の方法 (小嶋, 1985) に準じて測定した。即ち、ねじ蓋付きのガラス容器 (4 mL) 中に乾燥粉末試料 100 mg をとり、ミロシナーゼ 3 mg を含むクエン酸-リン酸塩緩衝液 (pH7.0) 1 mL とメチレンクロライド 2.5 mL を加えた。ガラス容器にガラス玉 1 個を入れて蓋をし、振とう機で室温、2 時間振とうした。酵素反応終了後、遠心分離 (約 1,000 rpm, 10 min) して得られたメチレンクロライド抽出物 4 μ L をガスクロマトグラフに注入した。分析装置は HP-5MS キャピラリーカラム (0.25 mm \times 30 m) を装着した島津 GC-2014 を用いた。検出器は FID、キャリアガスはヘリウムとした。注入口温度は 230°C、カラム昇温は 50°C で 5 分保持後 8°C/分 で 230°C とした。

6) 粘性

凍結乾燥した白オクラ粉末に 5 倍量の水分を加えて練り、直径 20 mm、深さ 30 mm の円柱容器に 20 mm の高さになるように入れ、卓上物性測定器 (RE2-3305S 株式会社山電) を用いて粘度を測定した。測定条件はプランジャー接触面直径 10 mm、測定速度 1 mm/sec、測定開始クリアランス 10 mm、測定歪み率 500% とした。対照として、加熱や塩等の前処理をしていない白オクラを用いた。

1 田屋なす

第 1 表に示した水準で活性酸素消去能及び DPPH ラジカル消去能に影響を及ぼす要因解析を実施した。活性酸素消去能は、加熱方法及び温度が機能性消長の要因であり (第 2 表)、茹でるより炒めるで活性は維持され、温度が 70°C までは、活性酸素消去能は維持された (第 3 表)。

さらに、加熱方法と温度、加熱方法と時間の間に交互作用が見られ (第 2 表)、活性酸素消去能は高温で茹でるほど、また、短時間で茹でるほど低かった。高温で長時間炒める場合も活性は低かった (第 4 表)。

DPPH ラジカル消去能は、加熱方法および酸が機能性消長の要因であり (第 5 表)、処理時の温度および時間に関係なく、茹でるが炒めるより活性が維持された (第 6 表)。また、酸を添加することで、活性は維持された (第 7 表)。

第 1 表 田屋なすの機能性に及ぼす要因と水準

変動要因	水準	
加熱方法	炒める	茹でる
加熱時間	2分	5分
加熱温度	65°C	90°C
塩分	0%	3%
酸	0%	3%

第 2 表 田屋なすの活性酸素消去能に影響を及ぼす要因の分散分析

変動要因	平方和	自由度	平均平方	F0	判定
加熱方法 (A)	5967	1	5967	25.20	**
加熱時間 (B)	335	1	335	1.42	
加熱温度 (C)	9602	1	9602	40.55	**
塩分 (D)	890	1	890	3.76	
酸 (E)	136	1	136	0.58	
A \times B	3844	1	3844	16.23	**
A \times C	3457	1	3457	14.60	**
誤差 (e)	5683	24	237		
	29682	31			

F(0.01) = 10.56

第 3 表 温度が田屋なすの活性酸素消去能に及ぼす影響

温度 (°C)	活性酸素消去能 (%)	
	炒める	茹でる
60	84.5 (\pm 0.63) a A	82.6 (\pm 0.77) a
70	84.6 (\pm 0.51) a A	82.3 (\pm 0.65) a
80	79.3 (\pm 0.50) abB	70.5 (\pm 0.98) b
90	75.1 (\pm 0.35) b B	64.8 (\pm 1.04) c
100	74.8 (\pm 0.32) b B	62.4 (\pm 1.10) c

1) 生田屋なすの活性酸素消去能: 95%

2) 加熱時間: 5分

3) 平均値 (\pm 標準偏差)

4) 各処理方法内で大文字、小文字各異符号間には Tukey の多重比較法によりそれぞれ 1%、5% 水準で有意差有り (n=15)

結果

県産農産物の調理過程における機能性消長に関わる要因解析

第4表 加熱方法と温度の関係が田屋なすの活性酸素消去能に及ぼす影響

活性酸素消去能 (%)				
	65°C, 2分	90°C, 2分	65°C, 5分	90°C, 5分
炒める	96.5 (±2.22)	91.0 (±12.1)	89.8 (±4.06)	75.8 (±11.3)
茹でる	86.0 (±6.94)	31.8 (±9.16)	91.1 (±3.12)	66.9 (±18.9)
t検定	*	**		

1) 生田屋なすの活性酸素消去能: 95%
2) 平均値 (±標準偏差)
3) 各処理方法内には t 検定により**は1%、*は5%水準で有意差有り (n=8)

第5表 田屋なすのDPPHラジカル消去能に影響を及ぼす要因の分散分析

変動要因	平方和	自由度	平均平方	F0	判定
加熱方法 (A)	686827	1	686827	253.50	**
加熱時間 (B)	13569	1	13569	5.01	
加熱温度 (C)	4064	1	4064	1.50	
塩分 (D)	13569	1	13569	5.01	
酸 (E)	58685	1	58685	21.66	**
A×B	12792	1	12792	4.72	
D×E	13168	1	13168	4.86	
誤差 (e)	65025	24	2709		
	867698	31			

F(0.01)=12.246

第6表 加熱方法が田屋なすDPPHラジカル消去能に及ぼす影響

DPPHラジカル消去能 (μmol trolox eq./100gFW)				
	65°C, 1分	90°C, 1分	65°C, 5分	90°C, 5分
炒める	204.0 (±41.6)	140.3 (±76.5)	102.0 (±41.6)	102.0 (±41.6)
茹でる	331.5 (±29.4)	357.0 (±72.1)	357.0 (±58.8)	331.5 (±51.0)
t検定	**	**	**	**

1) 生田屋なすのDPPHラジカル消去能: 443 μmol trolox eq./100gFW
2) 平均値 (±標準偏差)
3) 各処理方法内には t 検定により**は1%水準で有意差有り (n=8)

第7表 酸の添加量が田屋なすのDPPHラジカル消去能に及ぼす影響

酸添加量 (%)	DPPHラジカル消去能 (μmol trolox eq./100gFW)	
	炒める	茹でる
0	90 (±2.84) d	254 (±23.8) c
1	103 (±5.46) c	257 (±7.78) c
2	132 (±3.41) b	299 (±1.47) b
3	160 (±3.56) a	360 (±9.53) a

1) 生田屋なすのDPPHラジカル消去能: 443 μmol trolox eq./100gFW
2) 温度90°C、時間5分
3) 平均値 (±標準偏差)
4) 各処理方法内で異符号間にはTukeyの多重比較法により5%水準で有意差有り (n=16)

2 白オクラ

第8表に示した水準で DPPH ラジカル消去能および粘性に影響を及ぼす要因解析を実施した。DPPH ラジカル消去能は、加熱方法が機能性消長の変動要因であり(第9表)、処理時の加熱温度および加熱時間に関係なく、炒めるより茹でる処理で活性が維持された(第10表)。粘性は、酸が粘性変化の要因であり(第11表)、酸の添加で粘性は維持された(第12表)。

第8表 白オクラの機能性に及ぼす要因と水準

変動要因	水準	
加熱方法	炒める	茹でる
加熱時間	1分	5分
加熱温度	65°C	90°C
塩分	0%	3%
酸	0%	3%

第9表 白オクラのDPPHラジカル消去能に影響を及ぼす要因の分散分析

変動要因	平方和	自由度	平均平方	F0	判定
加熱方法 (A)	116452	1	116452	23.93	**
加熱時間 (B)	2475	1	2475	0.51	
加熱温度 (C)	2328	1	2328	0.48	
塩分 (D)	12600	1	12600	2.59	
酸 (E)	19252	1	19252	3.96	
誤差 (e)	126515	26	4866		
	279621	31			

F(0.01)=16.258

第10表 加熱方法が白オクラのDPPHラジカル消去能に及ぼす影響

DPPHラジカル消去能 (μmol trolox eq./100gFW)				
	65°C, 1分	90°C, 1分	65°C, 5分	90°C, 5分
炒める	452 (±32.5)	440 (±44.6)	440 (±44.0)	467 (±93.1)
茹でる	501 (±39.7)	551 (±45.0)	552 (±63.3)	535 (±54.3)
t検定	*	*	*	*

1) 生白オクラのDPPHラジカル消去能: 621 μmol trolox eq./100gFW
2) 平均値 (±標準偏差)
3) 各処理方法内には t 検定により*で5%水準で有意差有り (n=8)

第11表 白オクラの粘性に影響を及ぼす要因の分散分析

変動要因	平方和	自由度	平均平方	F0	判定
加熱方法 (A)	4	1	4	0.01	
加熱時間 (B)	2652	1	2652	3.92	
加熱温度 (C)	20	1	20	0.03	
塩分 (D)	900	1	900	1.33	
酸 (E)	6400	1	6400	9.46	*
誤差 (e)	17591	26	677		
	27567.0	31			

F(0.05)=6.608

第12表 酸の添加が白オクラの粘性に及ぼす影響

酸 (%)	粘性 (mm)
3	43.9 (±18.8)
0	23.9 (±18.9)
t検定	**

1) 生白オクラの粘性: 45.6mm
2) 温度: 80°C、茹で時間: 5分
3) 分析項目内には t 検定により**は1%水準で有意差有り (n=8)

3 ヤマノイモ

第13表に示した水準でヒアルロニダーゼ阻害活性に影響を及ぼす要因解析を実施した。ヒアルロニダーゼ阻害活性は、加熱方法と加熱温度が機能性消長の変動要因であり(第14表)、温度70°Cが機能性の維持に適していた(第15表)。また、炒めるより茹でる処理が機能性維持に優れ、茹でる加熱時間が短いほど、機能性は維持された(第16表)。

第13表 ヤマノイモの機能性に及ぼす要因と水準

変動要因	水準	
加熱方法	炒める	茹でる
加熱時間	2分	10分
加熱温度	65°C	90°C
塩分	0%	3%
酸	0%	3%

第14表 ヤマノイモのヒアルロニダーゼ阻害活性に影響を及ぼす要因の分散分析

変動要因	平方和	自由度	平均平方	F0	判定
加熱方法 (A)	3916	1	3916	94.24	**
加熱時間 (B)	99	1	99	2.37	
加熱温度 (C)	248	1	248	5.98	*
塩分 (D)	63	1	63	1.51	
酸 (E)	127	1	127	3.06	
A×B	1860	1	1860	44.76	**
A×C	58	1	58	1.40	
誤差 (e)	997	24	42		
	7368	31			
F(0.01)=12.246 F(0.05)=5.591					

第15表 温度がヤマノイモのヒアルロニダーゼ阻害活性に及ぼす影響

温度 (°C)	活性酸素消去能 (%)	
	炒める	茹でる
60	14.4 (±0.50) a	27.4 (±0.45) c
70	15.9 (±0.88) ab	39.3 (±0.35) a
80	14.5 (±0.66) ab	28.6 (±0.14) b
90	13.5 (±0.65) b	22.3 (±0.45) d
100	13.3 (±0.40) b	21.5 (±0.72) d

- 1) 生やまのいものヒアルロニダーゼ阻害活性: 43.6%
- 2) 加熱時間: 3分
- 3) 各処理方法内で異なる符号間にはTukeyの多重比較法により1%水準で有意差有り (n=15)

第16表 加熱方法がヤマノイモのヒアルロニダーゼ阻害活性に及ぼす影響

時間 (分)	ヒアルロニダーゼ阻害活性 (%)	
	炒める	茹でる
2	12.4 (±1.85) d	38.8 (±3.72) a
10	20.7 (±4.86) c	25.5 (±1.41) b

- 1) 生やまのいものヒアルロニダーゼ阻害活性: 43.6%
- 2) 平均値 (±標準偏差)
- 3) 分析項目内で異なる符号間にはTukeyの多重比較法により5%水準で有意差有り (n=16)

4 アザミナ

第17表に示した水準でリパーゼ阻害活性に影響を及ぼす要因解析を実施した。リパーゼ阻害活性は、加熱温度が機能性消長の要因であり(第18表)、温度が80°Cをこえると機能性は低下しやすかった(第19表)。塩分および酸による影響は少なかった(第20表)。イソチオシアネートは、加熱温度および時間が低下の要因として知られており、60°C、30秒の処理が機能性の維持に優れ、70°C、30および60秒の処理、80°C、60および90秒の処理でイソチオシアネート含量が低かった。しかし、70°C、90秒の処理は成分を維持していた(第21表)。また、塩分の添加により低下がみられた(第20表)。また、リパーゼ阻害活性は、油脂の添加によって低下するが、イソチオシアネートは油脂の影響を受けなかった。粉碎方法は、油脂3%添加のもとでは、磨砕ではなく、カットする方法がイソチオシアネートの維持に優れた(第22表)。

第17表 アザミナの機能性に及ぼす要因と水準

変動要因	水準		
	1分	3分	5分
加熱時間	1分	3分	5分
加熱温度	60°C	80°C	100°C

第18表 アザミナのリパーゼ阻害活性に影響を及ぼす要因の分散分析

変動要因	平方和	自由度	平均平方	F0	判定
加熱時間 (A)	18	2	9	0.38	
加熱温度 (B)	994	2	497	20.88	**
A×B	29	2	14	0.60	
誤差 (e)	48	2	24		
	1088	8			
F(0.01)=10.925					

第19表 温度がアザミナのリパーゼ阻害活性に及ぼす影響

温度 (°C)	リパーゼ阻害活性 (%)	
	茹でる	炒める
60	62.6 (±0.38) a	65.0 (±2.77) a
70	62.0 (±0.45) a	65.8 (±1.23) a
80	60.0 (±0.20) a	62.9 (±1.15) a
90	50.9 (±1.56) b	55.3 (±2.63) b
100	44.1 (±0.51) b	50.2 (±2.22) b

- 1) 生アザミナのリパーゼ阻害活性: 72.3%
- 2) 加熱時間: 2分
- 3) 平均値 (±標準偏差)
- 4) 各処理方法内で異なる符号間にはTukeyの多重比較法により5%水準で有意差有り (n=15)

第20表 塩分と酸がアザミナのリパーゼ阻害活性及びイソチオシアネートに及ぼす影響

塩分 (%)	酸 (%)	リパーゼ阻害活性 (%)	イソチオシアネート (mg/100gFW)
0	0	58.0 (±0.81)	86.9 (±13.1) a
0	3	57.9 (±0.62)	73.7 (±6.83) abA
3	0	58.3 (±0.11)	51.1 (±7.28) b B
3	3	57.1 (±1.56)	56.8 (±2.21) b

- 1) 生アザミナのリパーゼ阻害活性: 72.3%、イソチオシアネート含量: 143mg/100gFW
- 2) 加熱時間: 2分
- 3) 平均値 (±標準偏差)
- 4) 分析項目内で大文字、小文字各異なる符号間にはTukeyの多重比較法によりそれぞれ1%、5%水準で有意差有り (n=15)

第21表 温度がアザミナのイソチオシアネート含量に及ぼす影響

温度 (°C)	イソチオシアネート含量 (mg/100gFW)		
	加熱時間 (秒)		
	30	60	90
60	100.7 (±0.38) a	84.6 (±0.38) a	80.8 (±0.38) b
70	25.9 (±0.45) c	19.7 (±0.45) c	97.5 (±0.45) a
80	81.7 (±0.46) b	45.1 (±0.46) b	38.3 (±0.46) c

- 1) 生アザミナのイソチオシアネート含量: 143mg/100gFW
- 2) 平均値 (±標準偏差)
- 3) 各加熱時間内で異なる符号間にはTukeyの多重比較法により5%水準で有意差有り (n=15)

第22表 粉碎方法と油脂添加がアザミナのリパーゼ阻害活性及び香味に及ぼす影響

粉碎方法	油脂添加量 (%)	リパーゼ阻害活性 (%)	イソチオシアネート (mg/100gFW)
カット(プロセッサ)	0	49.5 (±4.21)	49.5 a
	3	34.5 (±7.04)	48.4 a
t検定 *			
摩砕(ボールミル)	0	43.6 (±7.95)	30.0 b
	3	26.8 (±10.6)	26.8 b
t検定 *			

- 1) 生アザミナのリパーゼ阻害活性: 72.3%
- 2) 温度: 70°C、加熱時間: 90秒
- 3) 平均値 (±標準偏差)
- 4) 分析項目内にはt検定により*で5%水準で有意差有り (n=15)、また、小文字異なる符号間にはTukeyの多重比較法により5%水準で有意差有り (n=15)

5 はなっこりー

加熱時間と加熱温度については、第23表に示した水準でリパーゼ阻害活性に影響を及ぼす要因解析を行った。リパーゼ阻害活性は、加熱温度が機能性消長の要因であり(第24表)、温度が高いほど、特に温度が80°Cをこえると、機能性は低下しやすかった(第25表)。なお、塩分及び酸による影響は認められなかった(第26表)。

県産農産物の調理過程における機能性消長に関わる要因解析

第23表 はなっこりの機能性に及ぼす要因と水準

変動要因	水準		
加熱時間	1分	5分	10分
加熱温度	60℃	80℃	100℃

第24表 はなっこりのリパーゼ阻害活性に影響を及ぼす要因の分散分析

変動要因	平方和	自由度	平均平方	F0	判定
加熱時間 (A)	18	2	9	0.38	
加熱温度 (B)	994	2	497	20.88	**
A × B	29	2	14	0.60	
誤差 (e)	48	2	24		
	1088	8			

F(0.01)=10.925

第25表 加熱温度がはなっこりのリパーゼ阻害活性に及ぼす影響

温度 (℃)	リパーゼ阻害活性 (%)
60	64.9 (±2.92) a
70	63.6 (±3.48) a
80	59.5 (±0.75) a
90	47.4 (±3.83) b
100	46.0 (±5.41) b

- 1) 生はなっこりのリパーゼ阻害活性: 62.3%
- 2) 茹で時間: 5分
- 3) 分析項目内で異符号間にはTukeyの多重比較法により5%水準で有意差有り (n=15)

第26表 塩分・酸がはなっこりのリパーゼ阻害活性に及ぼす影響

塩分 (%)	酸 (%)	リパーゼ阻害活性 (%)
0	0	60.9 (±0.55)
0	3	60.7 (±0.50)
3	0	61.1 (±1.15)
3	3	59.4 (±0.46)

- 1) 生はなっこりのリパーゼ阻害活性: 62.3%
- 2) 温度80℃、茹で時間: 5分
- 3) 分析項目内において有意差なし

6 タマネギ

第27表に示した水準で活性酸素消去能およびヒアルロニダーゼ阻害活性に影響を及ぼす要因解析を行った。活性酸素消去能は、温度が機能性消長の要因であり(第28表)、温度が高いほど、特に温度が70℃を超えると、機能性は低下しやすかった(第29表)。ヒアルロニダーゼ阻害活性は、加熱方法が機能性消長の要因であり(第30表)、茹でるより炒める加熱処理が温度および時間に関係なく活性の維持に優れていた(第31表)。

第27表 タマネギの機能性に及ぼす要因と水準

変動要因	水準	
加熱方法	炒める	茹でる
加熱時間	1分	10分
加熱温度	65℃	100℃
塩分	0%	3%
酸	0%	3%

第28表 タマネギの活性酸素消去能に影響を及ぼす要因の分散分析

変動要因	平方和	自由度	平均平方	F0	判定
加熱方法 (A)	250	1	250	3.35	
加熱時間 (B)	143	1	143	1.91	
温度 (C)	496	1	496	6.63	*
塩分 (D)	70	1	70	0.93	
酸 (E)	151	1	151	2.02	
誤差 (e)	1945	26	75		
	3055	31			

F(0.05)=6.608

第29表 温度がタマネギの活性酸素消去能に及ぼす影響

温度 (℃)	活性酸素消去能 (%)	
	炒める	茹でる
60	23.4 (±0.63) a	25.1 (±0.36) a
70	23.2 (±0.51) a	22.7 (±0.32) a
80	18.9 (±0.50) b	18.4 (±0.10) b
90	14.2 (±0.35) c	18.2 (±0.87) b
100	13.1 (±0.32) c	17.6 (±0.20) b

- 1) 生タマネギの活性酸素消去能: 54.6%
- 2) 加熱時間: 5分
- 3) 平均値 (±標準偏差)
- 4) 各処理方法内で異符号間にはTukeyの多重比較法により5%水準で有意差有り (n=15)

第30表 タマネギのヒアルロニダーゼ阻害活性に影響を及ぼす要因の分散分析

変動要因	平方和	自由度	平均平方	F0	判定
加熱方法 (A)	6143	1	6143	52.86	**
加熱時間 (B)	252	1	252	2.17	
加熱温度 (C)	22	1	22	0.19	
塩分 (D)	327	1	327	2.81	
酸 (E)	293	1	293	2.52	
誤差 (e)	3021	26	116		
	10058	31			

F(0.01)=16.258

第31表 加熱方法がタマネギのヒアルロニダーゼ阻害活性に及ぼす影響

	ヒアルロニダーゼ阻害活性 (%)			
	65℃、1分	90℃、1分	65℃、10分	90℃、10分
炒める	29.1 (±4.41)	30.9 (±13.2)	28.7 (±4.88)	28.9 (±10.7)
茹でる	12.9 (±7.08)	13.4 (±3.76)	5.25 (±0.72)	7.58 (±9.38)

- t検定 * * ** *
- 1) 生タマネギのヒアルロニダーゼ阻害活性: 38.6%
 - 2) 平均値 (±標準偏差)
 - 3) 各処理方法内にはt検定により**で1%、*で5%水準で有意差有り (n=8)

考 察

1 抗酸化機能

老化や生活習慣病の主要因と考えられているフリーラジカルは、食品に含まれているラジカルスカベンジャーによって生体防御されている。エゴマ種子を180℃、5分間焙煎しても抗酸化能に変化はなかったと報告(吉村ら, 2003)しているように、抗酸化性成分は熱に比較的強いといわれてきた。本研究で用いた農産物では、白オクラはエゴマ同様に温度の影響を受けなかったが、田屋なす、タマネギでは、温度が変動要因であり、消失を抑制するためには、70℃の温度で調理することが望ましい。また、田屋なすの加熱方法では、茹で処理が優れていた。田屋なすの活性酸素消去能は、加熱方法と温度、時間それぞれの間に相乗効果が認められ、高温で茹でるほど、または短時間で茹でるほど

活性が低下することが示された。ラジカル消去能では、酸を添加することで活性が維持される。これらの結果から、茹でることによる酵素の作用、あるいは熱分解による成分の抗酸化性への構造変化がおこったと考えられる。または、単に細胞壁が壊れ、細胞内の抗酸化成分が溶け出したためと考えられる。白オクラは、抗酸化物質が粘りの成分等に保護されていると考えられるほか、クロロフィル系野菜は加熱しても抗酸化性が持続すると報告があることから（西堀ら, 1998）、クロロフィル系色素の働きによる可能性も考えられる。

現在、抗酸化物質がどのような物質であるかは明確となっていないが、田屋なす、白オクラ、タマネギに含まれる抗酸化物質は性質の異なる有効成分であると考えられる。そのため、それぞれに対応した加工方法が必要である。

2 抗アレルギー機能

花粉症に代表される I 型アレルギーの症例数が急増し、国民の約 3 人に 1 人が何らかの形で発症しているといわれている。アレルギーに対しては、薬剤等による対症療法が行われているが、長期にわたることが多いため、副作用等の問題で、根本的な治療は難しいとされる。そのため、副作用の心配が無く、日常摂取する安全な食品成分の中に、アレルギー症状を軽減する素材を見いだそうとする試みが行われている。

加工による抗アレルギー性研究では、これまでに茶抽出液や白糖を原料とした乳酸菌飲料（前田ら, 1990、菅野, 2000）、ソバの実を用いた麴（森ら, 2012）、抗アレルギー性成分を食品に添加したアレルギー抑制食品（谷ら, 1998）が報告されている。また、調理による抗アレルギー性の成分の変化が黒大豆で報告されている（比江森, 2010）。しかし、加工時における変動要因は明らかにされていない。本研究で用いたヤマノイモは、温度と加熱方法が変動要因であり、炒める処理より茹でる処理が優れ、温度 70°C が機能性維持に最も適している。これは、ヤマノイモ成分中に澱粉などの高分子と結合した有効成分が存在しており、茹でる処理をおこなうことによって高次構造が緩み、それに耐熱性酵素等が反応し分離することで活性が得られる。または、単に有効成分が分解産物に起因することなどが考えられる。タマネギは温度の影響を受けないが、茹でる処理より炒める処理が優れていた。タマネギ中の抗アレルギー性成分はフラボノイドの一種、ケルセチンであると報告されている（岡本ら, 2012）。ケルセチンは水に溶出しやすい機能性物質であることから、切断

面から流出防止の壁をつくる炒める処理が茹でる処理よりも優れていると考えられる。もし、茹でる処理をおこなうならば、タマネギを切断したあと、空気中へ一定時間放置するなどの前処理を行い、切断面に乾燥による壁をつくらせるなどの工夫が必要であろう。

3 脂質代謝改善機能

現在、肥満、糖尿病などを誘発するメタボリックシンドロームが指摘され、食事内容の低カロリー化や運動によるカロリーの消費増大が推奨されている。しかしながら、余剰のエネルギーだけを長期間にわたり除去する食生活は難しい。古くから、植物に由来する成分が抗肥満剤あるいはリパーゼ阻害剤として有用であると知られてきたことから、それらの効果を持つスクリーニング結果が多く報告されている（豊川ら, 2003、2004、鶴田ら, 2006）。筆者もこうした高脂血症等の改善作用を有する県産農産物の検索のためリパーゼ阻害活性を測定し、アブラナ科のはなっこりー、アザミナに高いリパーゼ阻害活性を認めた（平田, 2010）。これらのリパーゼ阻害活性は、温度が変動要因であり、80°C 以上になると低下する。これらの作物はアブラナ科植物であること、変動パターンが類似していることから、機能性成分は硫黄化合物すなわちグルコシノレート（辛味成分の配糖体）及びその分解物の類ではないかと推測された。また、アザミナでは、グルコシノレートから辛味成分を生成するミロシナーゼ酵素が 60°C 温度域および 80°C 温度域で活性化している。温度耐性の異なる 2 種類（アイソザイム）が存在すると考えられることから（第 21 表）、有効成分を活かした調理方法及び食品素材開発の幅が広がると考えられる。農産物が持つリパーゼ阻害活性を活用した飲食品等を開発することができれば、人体に安全で副作用のない機能性食品を提供することが可能となるであろう。

本研究では、県内産農産物 6 品目において、抗酸化能、抗アレルギー性、脂質代謝改善機能に影響を与える調理加工時の変動要因を明らかにすることができた。今後、本研究で得られた成果で、機能性を保持した一次食品素材の開発が望まれる。

摘 要

機能性が高いと認められた山口県産農産物 6 品目をを用いて、調理加工時における機能性成分の変動要因を調査し、以下の結果を得た。

- 1 田屋なすの活性酸素消去能は、加熱方法と加熱温

度が消長の要因であり、炒めるより茹でる方法で、また温度が70℃以上で機能性は低下しやすい。DPPH ラジカル消去能は、加熱方法と酸度が消長の要因であり、炒めるより茹でる処理が機能性の維持に優れ、また酸の添加で機能性は維持される。

2 白オクラのDPPH ラジカル消去能は、炒めるより茹でる処理が機能性の維持に優れる。粘性は、酸が要因であり、酸の添加で粘性は維持される。

3 ヤマノイモのヒアルロニダーゼ阻害活性は、加熱温度が消長の要因であり、温度が高いほど機能性は消失し、70℃が機能性の維持に優れる。炒めるより茹でる処理が機能性維持に優れるが、茹でる時間が長いほど、機能性は消失しやすい。

4 アザミナのリパーゼ阻害活性は、加熱温度が消長の要因であり、80℃を超えると機能性は消失しやすい。辛味成分は、60℃、30秒の処理または70℃、90秒の処理が機能性の維持に優れる。また、摩砕よりカット処理が機能性の維持に優れる。

5 はなっこりーのリパーゼ阻害活性は、温度が消長の要因であり、温度が高いほど、特に80℃以上で機能性は消失しやすい。

6 タマネギの活性酸素消去能は、加熱温度が消長の要因であり、温度が高いほど機能性は減少する。また、ヒアルロニダーゼ阻害活性は、加熱方法が消長の要因であり、茹でるより炒める処理が活性の維持に優れる。

引用文献

De ROSA, G., DUNCAN, D. S., KEEN, C. L. and HURLY, L. 1979. *Biophys. Acta.* 32 : 556

比江森美樹. 2010. 黒大豆種皮エキスの抗アレルギー作用に及ぼす調理の影響に関する研究. 科学研究費補助金研究成果報告書.

平田達哉. 2010. 山口県産農産物における抗酸化機能、抗アレルギー機能、脂質代謝改善機能. 山口農技センター研報. 1 : 1-10.

掛川寿夫・松本仁・佐藤利夫. 1985. 炎症. 4 : 437

小嶋操. 1985. β -フェネチルからし油の定量法. 日食工誌. 32 : 368-371.

菅野信男・森山洋憲・杉本篤史・上東治彦・山崎裕三・久武陸夫. 2000. 地域資源の高度利用に関する研究(第1報). 高知県工業技術センター研究報告. 31 : 31- 50.

前田有美恵・増井俊夫・杉山清・横田正実. 1990. 茶の

抗アレルギー作用に関する研究(第2報) 茶抽出液のhyaluronidase 阻害活性. 食衛誌. 31:233-237.

森久美子・神田さゆり・江崎秀男・中村好志. 2012. ソバの実麩中の抗アレルギー成分に関する研究. 椛山女学園大学研究論集. 43 : 53-60.

西堀すき江・並木和子. 1998. 野菜ジュースのスーパーオキシドアニオンラジカル消去能と加熱処理による変化. 日食科工誌. 45:144-148.

岡本大作. 2012. 高機能タマネギの開発と地域ブランド化. 生物工学. 90 : 144-145.

志村進・都築和子・伊藤とし男・小林昭一・鈴木健夫. 1996. カワラケツメイのタンニン含有画分のリパーゼ阻害効果. 日食工誌. 41 : 561-564.

谷久典・大石一二三. 1998. I型アレルギー対応食品の開発. *New Food Industry.* 40 : 15-20.

豊川哲也・鎌田靖弘・照屋正映・上地美香・新垣美香・市場俊雄. 2003. 沖縄県産植物抽出物のリパーゼ阻害活性. 沖縄県工業技術センター研究報告. 5 : 99-102.

豊川哲也・知念光浩. 2004. モクセンナのリパーゼ阻害活性作用による抗肥満効果および脂肪肝改善効果. 沖縄県工業技術センター研究報告. 6 : 101-106.

鶴田裕美・柘植圭介・吉村臣史・江口良寿・小金丸和義. 2006. 未利用資源の活用による食品素材の開発に関する研究. 佐賀県工業技術センター研究報告書. 15 : 36-38.

YAMAGUCHI, TOMOKO., H. Takamura, T Matoba and J. Terao. 1998. HPLC Method for Evaluation of the Free Radical-scavenging Activity of Foods by Using 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 62 : 1201-1204.

吉村幸江・伊藤茂. 2003. エゴマの成分と加工利用時の成分変動. 愛知農総試研報. 35 : 103-108.

煮豆用黒大豆系統「山育黒2号」の育成

羽嶋正恭・平田達哉・池尻明彦・杉田麻衣子・片山正之・金子和彦

山口県農林総合技術センター 山口市大内御堀 1 4 1 9

Cultivation of "Yamaikukuro2gou" for a black cooking soybeans

Masayasu HAJIMA, Tatuya HIRATA, Akihiko IKEJIRI,
Maiko SUGITA, Masayuki KATAYAMA, and Kazuhiko KANEKO

Abstract : "Yamaikukuro2gou" , a black cooking soybeans cultivar was developed at Yamaguchi Agriculture and Forestry General Technology Center. It was bred from off-type, including "Tanbaguro". This cultivar is an autumn type, the period of maturity of this kind is earlier than "Tanbaguro" for around 15 days. The yield characteristics of "Yamaikukuro2gou" is at the same level as "Tanbaguro" and "Fukuyutaka". The quality of products appearance of this cultivar have few wrinkles, is better than "Tanbaguro". The grain size of this cultivar is slightly smaller than "Tanbaguro", but is still classified as a very large grain. When cooking soybeans are used, this cultivar is softer than "Nontaguro", has a high rate of a product. This breed can be collected with the combine harvester one week after they have ripened. "Yamaikukuro2gou" can be used as a local specially product of Yamaguchi.

Key Words : grain size, the period of maturity, combine harvest

キーワード : 粒大, 成熟期, コンバイン収穫

緒言

山口県では農産物を利用した特産品づくりを支援するため、県オリジナル黒大豆品種「のんたぐろ」を育成し(羽嶋ら, 2007)、下関市豊田町において集落営農法人等により産地化が進められてきた。「のんたぐろ」は、短茎で倒れにくく栽培しやすく焙煎茶やきなこへの加工に適した品種である。県内の加工業者や産地の加工グループに利用され、2007年には23haまで作付面積が拡大した。ところが、主力商品であった焙煎茶の需要が伸び悩み、これを契機に黒大豆の需要が最も見込まれる煮豆が注目され、「のんたぐろ」の煮豆加工が試みられた。しかしながら、「のんたぐろ」の煮豆は冷めると硬くなりやすい特徴があることが判り、「のんたぐろ」を利用した煮豆商品は開発されなかった。このような状況のもと、既存産地の作付面積

は5ha程度まで大幅に減少し、黒大豆の安定的な需要確保につながるものとして、新たに煮豆適性が優れる黒大豆品種の導入が求められた。

煮豆用途としては、煮豆評価の高い「丹波黒」が生産されているが、倒伏しやすく、子実の硬化を促すためには葉身の除去も必要で、集落営農法人等で行っているコンバイン収穫にはそぐわない。また、収穫時期も12月に入ることから、正月需要に間に合わせるためには調製作業が多忙を要する。

そこで、場内産の「丹波黒」の中から早熟で落葉が比較的良好な個体を育種素材とし、機械収穫も可能な煮豆用黒大豆系統「山育黒2号」を育成したのでここに報告する。

当系統の育成に当たって、加工の試作評価を実施して頂いた煮豆加工業者「株式会社ほんぼ」に対し、深甚なる謝意を表す。

来歴および育成経過

「山育黒2号」は、機械収穫が可能で煮豆適性も優れる黒大豆を育種目標に掲げて育成した系統である。育種素材は、2004年に山口県農林総合技術センターで栽培した「丹波黒」から発生した早熟で落葉の比較的良好な異型株8個体の子実344粒を用いた。翌年からこれら種子を1集団とし、F₄世代まで集団養成を行い、固定化を進めた。2008年には個体選抜を行うため200個体を栽培して、落葉が比較的良好な20系統を選抜した。2009年の系統選抜では莢着きがよく、品質も良好な9系統を選抜した。また、2010年に実施した系統生産力検定(F₆世代)は、7月上旬播種の栽植密度11.9本/m²で行い、立毛評価ならびに収量、品質および煮豆加工結果から、多収で粒も大きく、煮豆適性も良好であった「TE2」を有望とし、「山育黒2号」の系統名を付した(第1表)。

固定度調査は、2012年に既存品種の「のんたぐろ」と「サチユタカ」を参考品種とし、7月上旬播きで実施した。その結果、主莖長をはじめ、形態的な特徴に伴う変動は既存品種程度であり、実用上支障ないと判断した(第2表)。

主要な特性

1 一般特性

「山育黒2号」の形態的、生態的および子実の品質等における特性は、比較品種に「丹波黒」(場内産)、参考品種に秋大豆品種の「フクユタカ」、中間型大豆品種の「のんたぐろ」と「サチユタカ」を用い、2010年～2012年に7月上旬播きで特性調査を実施した(第3表)。形態的特性および生態的特性は、「ダイズ特性審査基準」(1995)に示された分類基準に準じて行った分類を第4表、第5表に示す。また、分類のもととなる生育、収量、品質等の結果を第6表、第7表に示す。なお、ダイズウィルス抵抗性は栽培圃場での発病状況から評価した。

1) 形態的特性

胚軸の色および花色は“紫”、小葉は“円葉”である。毛茸は色が“褐”、その多少は“中”、形は“直”である。主莖長は「丹波黒」、「フクユタカ」並で“中”である。主莖節数が“中”、分枝数は“多”である。伸

長型は“有限”である。熟莢色は“褐”である(第1図)。粒形は“球”である。但し、子実の肥大が不十分な年次には扁球が増える(第8表)。百粒重は52g程度、篩い目ごとの比率では、篩い目9.1mm以上で8割以上となり、粒大は「丹波黒」と同様に“極大の中”である(第9表)。種皮色と臍色は“黒”、種皮には「丹波黒」と同様に蠟物質の皮粉が発生し、光沢は“弱”である(第2図)。

2) 生態的特性

開花期は「フクユタカ」より4日早い“中の晩”、成熟期は5日遅い“晩の早”で、「丹波黒」より16日早熟である。生態型は「フクユタカ」と同様に“秋大豆型”である。耐倒伏性は「丹波黒」より優れるが「フクユタカ」より劣り“やや弱”である。収量性は「丹波黒」、「フクユタカ」並である。ダイズウィルス抵抗性は、黒大豆品種の「丹波黒」、「のんたぐろ」と同様に“弱”である。

3) 最下着莢高および裂莢性

コンバイン収穫に係る特性として、最下着莢高および裂莢性を調査した結果を第10表に示す。「のんたぐろ」や「サチユタカ」では最下着莢高が低く、コンバイン収穫時の刈り残しが懸念されているが(羽嶋ら, 2007、池尻ら, 2007)、「山育黒2号」の最下着莢高は15.2cmと「フクユタカ」並で、「のんたぐろ」や「サチユタカ」より5cm程度高い。裂莢性は乾燥1時間経過時の裂莢率が80%と「サチユタカ」の69%より高く、3時間経過時では「サチユタカ」とほぼ同等の裂莢率となり、裂莢の難易は“易”である。

4) 子実の品質・成分特性

子実の品質・成分特性結果を第11表に示す。子実品質は“中の上”と「丹波黒」より優れ、裂皮の難易は“中”である。子実成分は、粗蛋白含有率が“高”、粗脂肪含有率は“中”である。遊離糖含有率は「丹波黒」よりやや低く、「のんたぐろ」並である。抗酸化作用などの機能性成分は、ポリフェノール含量が「丹波黒」、「のんたぐろ」並、アントニンなどを含む色素含量は「のんたぐろ」よりやや低く、「丹波黒」と同程度である。

煮豆用黒大豆系統「山育黒2号」の育成

第1表 選抜経過

年次 世代	2004 F ₁	2005 F ₂	2006 F ₃	2007 F ₄	2008 F ₅	2009 F ₆	2010 F ₇	2011 F ₈	2012 F ₉
供試個体数 (系統群)	200	200	200	200	200	20	9	40	15
選抜個体数 (系統群)	8個体、344粒	-	-	-	20	9	1	15	5
備考	「丹波黒」栽培圃場から早熟な個体を選抜			← 集団養成 →		個体選抜 系統選抜 系統生産力 TE2 山育黒2号			

第2表 固定度に関する調査成績 (2012年)

山育黒2号				のんたぐろ				サチユタカ				
主茎長	主茎節数	総節数	分枝数	主茎長	主茎節数	総節数	分枝数	主茎長	主茎節数	総節数	分枝数	
(cm)	(節)	(節/本)	(本/本)	(cm)	(節)	(節/本)	(本/本)	(cm)	(節)	(節/本)	(本/本)	
平均値	56	15.7	37.3	5.1	43	14.3	40.2	4.8	36	12.9	35.5	4.1
標準偏差	6.0	0.6	5.3	1.4	2.9	0.8	6.7	1.4	2.3	0.4	3.3	0.5
変動係数	0.11	0.04	0.14	0.25	0.07	0.05	0.17	0.26	0.06	0.03	0.09	0.12

注) 各40個体の調査結果

第3表 品種比較による特性把握の耕種概要

試験年次	播種期 (月/日)	株間 (cm)	株間 (cm)	栽植密度 (本/m ²)	1株本数	堆肥 (kg/a)	施肥量 (kg/a)			1区面積 (m ²)	区制
							P ₂ O ₅	K ₂ O	苦土		
2010	7/7	60	14	11.9	1	150	0.5	0.5	10	18.0	2
2011	7/13	60	14	11.9	1	150	0.5	0.5	10	16.2	2
2012	7/9	60	14	11.9	1	150	0.5	0.5	10	16.2	2

第4表 「山育黒2号」の形態的特性^{z)}

品種系統名	胚軸の色	小葉の形	花の色	毛茸		主茎長	主茎節数	分枝数	伸長型	草姿	熟莢の色	粒の大小	粒の形	粒の光沢	種の皮の色	臍の色
				多	形											
山育黒2号	紫	円葉	紫	中	直	褐	中	中	多	有限開張	褐	極大の中	球	弱	黒	黒
丹波黒	紫	円葉	紫	中	直	褐	中	中	多	有限開張	褐	極大の中	球	弱	黒	黒
フクユタカ ^{y)}	紫	円葉	紫	多	直	白	中	中	中	有限直立	淡褐	中の大	球	中	黄白	淡褐
のんたぐろ	紫	円葉	紫	中	直	褐	短	中	多	有限直立	褐	大の中	楕円体	中	黒	黒
サチユタカ	紫	円葉	紫	多	中	白	短	中	多	有限直立	褐	大の小	球	中	黄白	黄

z) ダイズ特性審査基準 (1995年3月) に準じて分類

y) 特性の標準品種

第5表 「山育黒2号」の生態的特性^{z)}

品種系統名	開花期	成熟期	結実日数 (日)	生態型	耐倒伏性	落葉の良否	ダイズウイルス病抵抗性
							(圃場抵抗性)
山育黒2号	中の晩	晩の早	89	秋大豆型	やや弱	やや良	弱
丹波黒	晩	晩	100	秋大豆型	弱	やや不良	弱
フクユタカ ^{y)}	晩	晩の早	80	秋大豆型	強	良	中
のんたぐろ	中	中	77	中間型	強	良	弱
サチユタカ	中の晩	中の晩	77	中間型	強	良	中

z) ダイズ特性審査基準 (1995年3月) に準じて分類

y) 特性の標準品種

第6表 「山育黒2号」の品種特性に係わる生育調査結果(2010~2012年)

品種系統名	試験年次	開	成	主	主	分	最	総	稔	生育中の障害		落葉の良否
		花	熟	茎	茎	枝	下	節	実	倒 ^z	蔓の	
		(月/日)	(月/日)	(cm)	(節)	(本/株)	(cm)	(節/株)	(莢/m ²)	伏	化多	
山育黒2号	2010	8/16	11/14	53	14.6	6.2	15.7	47.6	605	0.0	無	良
	2011	8/21	11/12	72	15.8	3.6	14.9	37.6	574	2.3	微	やや良
	2012	8/18	11/19	56	15.7	5.1	14.9	37.3	423	1.8	無	やや良
	平均	8/18	11/15	60	15.4	5.0	15.2	40.8	534	1.4	無	やや良
丹波黒(比較)	2010	8/22	12/3	66	16.8	6.0	25.6	50.4	453	1.5	微	やや不良
	2011	8/27	11/28	67	16.0	3.9	14.1	36.6	481	1.8	微	やや不良
	2012	8/21	12/3	60	17.0	5.2	13.0	43.8	366	4.0	少	不良
	平均	8/23	12/1	64	16.6	5.0	17.6	43.6	433	2.4	微	やや不良
フクユタカ(参考)	2010	8/21	11/9	62	16.1	5.4	16.2	61.1	908	0.5	無	良
	2011	8/25	11/10	63	15.6	4.5	15.7	41.8	964	2.5	無	良
	2012	8/21	11/12	58	14.9	4.4	13.7	44.7	754	0.0	無	良
	平均	8/22	11/10	61	15.5	4.8	15.2	49.2	875	1.0	無	良
のんたぐろ(参考)	2010	8/9	10/29	44	14.4	5.3	8.9	45.0	746	0.0	無	良
	2011	8/14	10/24	41	13.9	3.3	11.7	30.1	484	0.0	無	良
	2012	8/10	10/27	42	15.0	4.8	8.7	39.1	619	0.0	無	良
	平均	8/11	11/27	42	14.4	4.5	9.8	38.1	616	0.0	無	良
サチユタカ(参考)	2010	8/15	11/1	40	13.5	4.8	12.0	48.3	844	0.0	無	良
	2011	8/20	11/3	44	13.2	3.3	11.2	30.4	662	0.0	無	良
	2012	8/16	10/31	35	13.0	4.0	8.3	34.2	771	0.0	無	良
	平均	8/17	11/2	40	13.2	4.0	10.5	37.6	759	0.0	無	良

z) は0(無)~5(甚)の6段階調査(以下、同様)

第7表 「山育黒2号」の品種特性に係わる収量、品質調査結果(2010~2012年)

品種系統名	試験年次	全	子	同	百 ^z	品 ^y	粒 ^x	障害粒程度 ^w (0-5)		
		重	実	差	粒	質	揃	し	裂	障 ^v
		(kg/a)	(kg/a)	(%)	(g)	(1-7)	(1-5)	わ	皮	子
山育黒2号	2010	85	41.7	104	52.5	3.0	2.0	0.0	0.8	0.8
	2011	66	33.4	112	51.8	3.8	2.0	0.0	0.3	1.3
	2012	59	28.6	96	50.7	3.0	2.5	0.0	0.4	0.3
	平均	70	34.6	104	51.7	3.3	2.2	0.0	0.5	0.8
丹波黒(比較)	2010	86	40.2	100	60.5	4.0	3.0	0.0	2.5	1.0
	2011	58	29.9	100	58.8	5.0	3.0	0.3	2.0	0.5
	2012	63	29.8	100	66.1	4.0	4.0	0.8	0.8	0.5
	平均	69	33.3	100	61.8	4.3	3.3	0.4	1.8	0.7
フクユタカ(参考)	2010	75	40.7	101	30.1	4.0	4.0	0.0	0.0	-
	2011	66	36.7	123	30.6	2.0	1.0	0.3	0.0	-
	2012	70	37.6	126	31.1	4.0	2.0	0.0	0.3	-
	平均	70	38.3	117	30.6	3.3	2.3	0.1	0.1	-
のんたぐろ(参考)	2010	79	41.6	103	39.3	3.0	2.0	0.5	1.0	0.3
	2011	43	22.6	76	32.2	3.5	2.0	0.0	1.0	0.4
	2012	63	34.3	115	36.8	3.5	3.0	0.0	1.0	0.2
	平均	62	32.8	98	36.1	3.3	2.3	0.2	1.0	0.3
サチユタカ(参考)	2010	77	47.4	118	35.4	2.5	2.5	0.2	0.5	-
	2011	57	33.8	113	34.1	2.0	1.5	0.3	0.0	-
	2012	72	41.0	138	34.9	4.0	1.5	0.3	0.0	-
	平均	69	40.7	123	34.8	2.8	1.8	0.3	0.2	-

z) 百粒重は品種特性を加味して、篩い目で7割以上を占めた篩い目での数値(以下、同様)

y) 品質は1(上上)~7(下下)で調査し、3までが1等相当に該当(以下、同様)

x) 粒揃いは1(良)~5(不良)の5段階評価(以下、同様)

w) 障害粒程度は0(無)~5(甚)の6段階評価(以下、同様)

v) 莢内の内果皮が付いたもので子実の1/4以上あるものを障害粒として調査(以下同様)

煮豆用黒大豆系統「山育黒2号」の育成



第1図 「山育黒2号」の草姿
(左:「のんたぐろ」、中央:「山育黒2号」、右:「丹波黒」)

第8表 「山育黒2号」の粒形(2012年)

品種系統名	粒長 (mm)	粒幅 (mm)	粒厚 (mm)	幅/長さ	厚/幅	粒形
山育黒2号	10.3	9.4	8.0	0.91	0.85	球
丹波黒	11.3	10.1	9.5	0.90	0.93	球
フクユタカ*	8.8	8.0	6.8	0.90	0.85	球
のんたぐろ	10.1	8.3	6.7	0.82	0.81	楕円体
サチユタカ	9.0	8.3	7.0	0.92	0.85	球

z) 各品種特性に応じた篩い目のサンプルを用い、100粒調査
y) ダイズ特性審査基準(1995年3月)に準じて分類し、*は特性の標準品種



第2図 「山育黒2号」の粒形
(左:「のんたぐろ」、中央:「山育黒2号」、右:「丹波黒」)

第9表 「山育黒2号」の粒度分布^{z)}(2010~2012年)

品種系統名	年次	百粒重 (g)	篩い目(直径mm)別の粒度 ^{y)} (%)				粒大
			7.3≦7.9<	7.9≦8.5<	8.5≦9.1<	9.1≦	
山育黒2号	2010	52.5	0.2	0.5	3.1	<u>96.2</u>	極大の中
	2011	51.7	0.3	1.4	9.2	<u>89.0</u>	
	2012	51.8	7.2	1.0	7.2	<u>84.7</u>	
丹波黒	2010	60.5	0.2	0.2	2.8	<u>96.8</u>	極大の中
	2011	61.8	0.1	0.7	5.0	<u>94.1</u>	
	2012	58.8	0.0	0.7	2.4	<u>97.0</u>	
のんたぐろ	2010	39.3	2.6	23.1	<u>64.2</u>	10.1	大の中
	2011	36.1	18.9	<u>61.3</u>	19.3	0.5	
	2012	32.2	12.2	54.5	<u>29.4</u>	3.8	

z) 百粒重は2010~2012年の平均値

y) 下線は7.3mm以上から粒度比率の累計が7割以上になった篩い目を示す

第10表 「山育黒2号」の最下着莢高および裂莢性^{z)}(2010~2012年)

品種系統名	最下着 ^{z)} 莢高 (cm)	通風60℃の累積裂莢率 ^{y)} (%)			裂莢 の 難易
		0-1h	0-2h	0-3h	
山育黒2号	15.2	80.0	91.0	94.5	易
フクユタカ ^{w)}	15.5	3.0	21.5	62.5	中
のんたぐろ	9.8	12.5	47.0	78.0	やや易
サチユタカ	10.5	69.0	95.0	96.5	易

z) 最下着莢高および裂莢の難易は2010~2012年結果、他は2012年の値

y) 裂莢性は、子実サンプルを莢内に2粒あるものとし、1時間ごとに裂莢数を調査、200莢×2反復

w) ダイズ特性審査基準(1995年3月)の標準品種を示す

第11表 「山育黒2号」の品質および成分特性^{z)}(2010~2012年)

品種系統名	子実の品質	裂皮の難易	粗蛋白 含有率	粗脂肪 含有率	遊離糖 含有率 (%)	ポリフェノール 含量 (mg)	色素 ^{y)} 含量 (mg)
山育黒2号	中の上	中	高	中	5.1	194.6	1.00
丹波黒	中の下	易	高	中	7.0	196.3	1.24
フクユタカ ^{w)}	中の上	中	高	中	-	-	-
のんたぐろ	中の上	やや易	高	中	4.5	201.9	1.87
サチユタカ	上の下	中	高	中	-	-	-

z) 子実の品質、裂皮の難易、粗蛋白含有率、粗脂肪含有率は2010~2012年の結果、その他は2011年の値

y) 色素量はクリサンテミン相当量として調査

w) ダイズ特性審査基準(1995年3月)の標準品種を示す

2 煮豆適性

1) 煮豆加工適性

「丹波黒」と「のんたぐろ」を比較品種とし、2010年産と2011年産で煮豆加工適性を調査した結果を第12表に示す。種皮率は6.9%と3品種系統の中間で、蒸煮時の吸水率は最も低い。浸漬液中溶出固形分は「のんたぐろ」並で「丹波黒」より低い。蒸煮大豆重量増加比は最も少なく、蒸煮大豆の色調は黒色度を示すL値でみると「のんたぐろ」より濃く「丹波黒」並である。

煮豆増加比は「丹波黒」に次いで高い。煮豆の硬さは、「丹波黒」より硬く「のんたぐろ」よりやわらかい。皮うきは2%と最も少ない。また、実需者による煮豆試作評価を県内煮豆業者「株式会社ほんぼ」に依頼した結果、「皮うきや裂皮が少なく、製品率が高い」、「煮方を工夫することで、「丹波黒」に近い煮豆ができる」との評価を受けており、煮豆適性は十分であると判断される。

2) 煮豆官能評価

2010年産～2012年産にかけて、基準品種を「丹波黒」（場内産）とし、場内で煮豆加工を行い、煮豆の官能評価を実施した結果を第3図、第13表に示す。その結果、煮豆加工適性結果と同様に硬さは「のんたぐろ」よりやわらかく、総合では「丹波黒」と有意な差はない。但し、粒大、やわらかを加味すると、煮豆の官能評価は、「のんたぐろ」より明らかに優れるが、「丹波黒」にはやや劣ると評価される。



第3図 「山育黒2号」の煮豆

第12表 「山育黒2号」の煮豆加工適性^z (2010～2011年)

品種系統名	種皮率 (%)	吸水率 (%)	浸漬液中 溶出固形分 (%)	蒸煮大豆 重量増加比 (%)	蒸煮大豆の色調			煮豆 ^y		
					L	a	b	増加比 ^x (%)	硬さ ^w (N)	皮うき ^u (%)
山育黒2号	6.9	254	0.54	268	55.4	3.0	9.7	218	A 1.96	A 2.0
丹波黒	6.0	272	1.20	288	55.7	3.9	10.1	229	C 1.50	A 22.0
のんたぐろ	8.5	266	0.44	276	53.1	3.6	8.6	207	B 2.77	B 16.0

z) 皮うきは2010年産の測定値、その他は2010年産と2011年産との平均値

y) Tukeyの多重比較法でアルファベット間に1%の有意差が有ることを示す

x) 煮豆増加比は、煮豆重/原料重の重量比

w) 硬さはY社製クーパメーターで測定し、数値が大きいかほど硬いことを示す

u) 皮うきは加工時の皮切れ/全皮の重量比

第13表 「山育黒2号」の煮豆官能評価^z (2010～2012年)

年次	品種名	総合	外観	味	硬さ	h ^o 初数
2010	山育黒2号	-0.21	0.17	0.00	-0.46 *	16
	のんたぐろ	-1.17 **	-0.29	-0.42 *	-1.58 **	
2011	山育黒2号	-0.24	-0.35	0.18	-0.59 *	17
	のんたぐろ	-0.82 **	-0.24	-0.53 **	-1.18 **	
2012	山育黒2号	-0.36	0.07	0.07	-0.86 *	14
	のんたぐろ	-1.00 **	-0.43	-0.43 *	-1.50 **	

z) 場内産「丹波黒」を基準に、各項目（良～不良、硬い～軟らかい）を-2～2の5段階評価とし、数値は総数をパネル数で割った値

y) t検定で*は5%、**は1%で基準と有意

栽培特性およびコンバイン収穫適性

1 栽培特性

2011～2012年にかけて、詳しい栽培特性を把握するため、作期が早播（6月中旬播）、標準播（7月上旬播）、晩播（7月下旬播）の3水準、栽培植密度は疎植（6.0本/m²）、標準植（11.9本/m²）、密植（23.8本/m²）の3水準で実施（第14表）し、その結果を第15表、第16表、第4図第および第5図に示す。開花期は標準播に比べて、早播が19日早く、晩播は10日遅かった。成熟期では標準播より早播が3日早く、晩播は3日遅かった。秋大豆品種の「フクユタカ」は早播にすると伸長過多で倒伏しやすいが（大庭, 1985年）、「山育黒2号」も同様に早播では主茎長が約1mと長く、蔓化し倒伏は大きく、落葉も極めて不良となった。晩播にすると主茎長が短くなり、倒伏は小さくなった。最下着莢高は標準播が最も高く15cm程度であった。子実重は、m²当たり稔実莢数が確保しやすい早播が2カ年平均で標準播対比118%と多収となった。百粒重はいずれも50g以上と変動は少なかった。品質はいずれの作期でも変動が少なく良質であった。

次に栽培密度では、開花期、成熟期に処理間差はみられなかった。主茎長は密度が増すにつれ長くなった。倒伏は、分枝数が多く強風の影響を受けやすい疎植と茎が細くて軟弱な密植で、中程度以上と大きく、落葉も不良気味となった。子実重はm²当たり稔実莢数が確保できる密植が2カ年平均で標準植対比136と安定して多かった。倒伏が大きかった疎植と密植は、しわ粒と障子粒の増加により品質は低下した。子実重に対する総節数、稔実莢数、百粒重の関係をみると、稔実莢数との相関が極めて高く、収量確保にはm²当たり稔実莢数を確保することが重要と考えられた（第17表）。

なお、コンバイン収穫を前提とした安定栽培条件としては、収量が得やすい早播や密植では倒伏が大きく、蔓化や落葉が不良気味となることから、播種適期は7月上～下旬で、栽培密度は12本/m²程度が適当と考えられた。

2 コンバイン収穫適性

K社製の汎用コンバインを用い、2011～2012年にコンバイン収穫による刈り残しの多少や収穫の時期・時間帯が収穫損失に及ぼす影響を確認し、「山育黒2

号」のコンバイン収穫適性を評価した。播種期は2カ年とも7月中旬に行い、栽植密度は11.4～14.8本/m²程度とした。「サチユタカ」のコンバイン収穫始期は、成熟期後1週間目以降から可能としていることから（鳥居ら, 2009）、これに準じて、収穫時期を1回目が1週間～10日目頃、2回目が2週間目～20日目頃、3回目が3週間目～25日目頃の3水準、収穫の時間帯を午前（午前10時頃）、午後（午後2時頃）の2水準（初年目は2週間目のみ）で実施した。また、初年目はコンバインの篩い目が白大豆仕様で排出損失が大きかったため欠測とし、その調査結果を第18表に示す。収穫を開始した時の子実水分は2011年が16.7%、2012年が18%程度であった。稔実莢率からみた刈り残し率は、最下着莢高が2カ年とも15cm程度あったこともあり、2011年が1.8%、2012年が0.9%と極めて少なかった。コンバインによる収穫損失は、2011年では成熟期後に曇る日が多く、降雨も多かったこともあり、頭部損失率は成熟期後17日まで3%以下と少なかった。但し、晴れた日に実施した25日目では7%弱まで頭部損失率が増加した。2012年は成熟期後晴れた日が続き乾燥気味に推移し、排出損失率は収穫時期が遅くとも概して少なかった。但し、頭部損失率は収穫時期が遅くなるほど増加し、21日目の午後では9.3%となった。時間帯で見ると、乾燥年の2012年は3回とも圃場の乾燥が進む午後で頭部損失が増加し、収穫損失率はいずれも午後の収穫で7%を超え、21日目の午後には10%以上となった。品質は曇る日が多かった2011年は収穫が遅れるほど障子粒が増加し品質の低下を招いた。一方、乾燥気味に推移した2012年は収穫時期が遅くてもしわ粒や障子粒の発生は少なく良質であった。割砕率は2週間目以降で増加した。つぶれ粒率は2カ年とも成熟期後1週間目頃でも極わずかであった。

以上、「山育黒2号」は、コンバイン収穫で刈り残しが少なく、「サチユタカ」と同様に成熟期後1週間目頃から収穫可能と判断された。しかしながら、2012年では成熟期8日目の午後で8%程度の収穫損失率があること、2011年の多雨年では収穫が遅れるほどしわ粒の発生等で品質が低下したことを踏まえると、「山育黒2号」の収穫適期期間は「サチユタカ」より短く、コンバイン収穫を開始する目安は成熟期後1週間目頃の子実水分が18%以下であることを確認し、できるだけ早く収穫し終えることが重要と考えられた。

第14表 「山育黒2号」の作期・栽植密度試験の耕種概要

栽培様式	試験年次	播種期 (月/日)	条間 (cm)	株間 (cm)	栽植密度 (本/㎡)	1株 本数	堆肥 (kg/a)	施肥量 (kg/a)			1区面積 (㎡)	区制
								P ₂ O ₅	K ₂ O	苦土		
早播 標準植	2011	6/15	60	14	11.9	1	150	0.5	0.5	10	16.2	2
	2012	6/15	60	14	11.9	1	150	0.5	0.5	10	16.2	2
疎植	2011	7/13	60	28	6.0	1	150	0.5	0.5	10	16.2	2
	2012	7/9	60	28	6.0	1	150	0.5	0.5	10	16.2	2
標準播 標準植	2011	7/13	60	14	11.9	1	150	0.5	0.5	10	16.2	2
	2012	7/9	60	14	11.9	1	150	0.5	0.5	10	16.2	2
密植	2011	7/13	60	7	23.8	1	150	0.5	0.5	10	16.2	2
	2012	7/9	60	7	23.8	1	150	0.5	0.5	10	16.2	2
晩播 標準植	2012	7/25	60	14	11.9	1	150	0.5	0.5	10	16.2	2

第15表 「山育黒2号」の作期・栽植密度試験における開花期、生育結果 (2011~2012年)

栽培様式	試験年次	開花期 (月/日)	成熟期 (月/日)	主茎長 (cm)	主茎節数 (節)	分枝数 (本/株)	最下着莢高 (cm)	総節数 (節/株)	穂実莢数 (莢/㎡)	生育中の障害		落葉の良否
										倒伏	蔓の多少	
早播 標準植	2011	7/31	11/10	100	18.6	6.6	13.7	66.8	563	3.5	甚	不良
	2012	8/1	11/15	96	19.4	7.2	12.4	70.1	571	3.8	甚	不良
	平均	7/31	11/13	98	18.6	6.9	13.1	68.5	567	3.7	甚	不良
疎植	2011	8/20	11/13	62	15.8	4.7	12.3	43.3	340	2.8	微	やや良
	2012	8/18	11/18	50	15.9	7.1	11.6	52.0	437	1.0	無	やや良
	平均	8/19	11/15	56	15.9	5.9	13.1	47.7	389	1.9	微~無	やや良
標準播 標準植	2011	8/21	11/12	71	15.8	3.6	14.9	37.6	574	2.3	無	やや良
	2012	8/18	11/19	56	15.7	5.1	14.9	37.3	424	1.5	無	やや良
	平均	8/19	11/15	64	15.8	4.4	14.9	37.5	499	1.9	無	やや良
密植	2011	8/20	11/12	83	15.2	2.5	16.6	27.3	691	3.3	微	やや良
	2012	8/17	11/21	81	15.7	4.6	14.8	32.2	597	3.8	微	やや不良
	平均	8/19	11/16	82	15.2	3.6	15.7	29.8	644	3.6	微	やや良~やや不良
晩播 標準植	2012	8/28	11/22	51	15.2	3.6	13.9	33.6	428	0.5	無	やや良

第16表 「山育黒2号」の作期・栽植密度試験における収量、品質結果 (2011~2012年)

栽培様式	試験年次	全重 (kg/a)	子実重 (kg/a)		同左比 (%)	百粒重 (g)	品質 (1-7)	粒揃い (1-5)	障害粒程度 (0-5)		
			7.3mm ≤	9.1mm ≤					しわ粒	裂皮粒	障子粒
早播 標準植	2011	72	33.7	31.2	105	52.7	3.5	2.0	0.5	0.3	0.3
	2012	92	38.0	34.3	132	50.3	3.5	2.5	1.3	0.2	0.3
	平均	82	35.9	32.8	118	51.5	3.5	2.3	0.9	0.3	0.3
疎植	2011	45	24.6	20.8	70	51.0	5.0	2.0	1.0	0.0	1.0
	2012	53	28.1	25.4	98	51.9	3.0	2.0	0.3	0.5	0.4
	平均	49	26.4	23.1	84	51.5	4.0	2.0	0.7	0.3	0.7
標準播 標準植	2011	66	33.4	29.8	100	51.8	3.8	2.0	0.3	0.0	1.3
	2012	59	28.6	26.0	100	50.7	3.0	2.5	0.4	0.0	0.3
	平均	63	31.0	27.9	100	51.3	3.4	2.3	0.4	0.0	0.8
密植	2011	85	42.6	38.1	128	51.0	5.0	2.5	1.0	0.3	1.0
	2012	90	43.5	37.3	143	51.2	3.0	2.0	0.3	0.2	1.0
	平均	88	43.1	37.7	136	51.1	4.0	2.3	0.7	0.3	1.0
晩播 標準植	2012	72	30.7	28.4	109	51.3	3.0	3.0	1.0	0.0	0.2

煮豆用黒大豆系統「山育黒2号」の育成

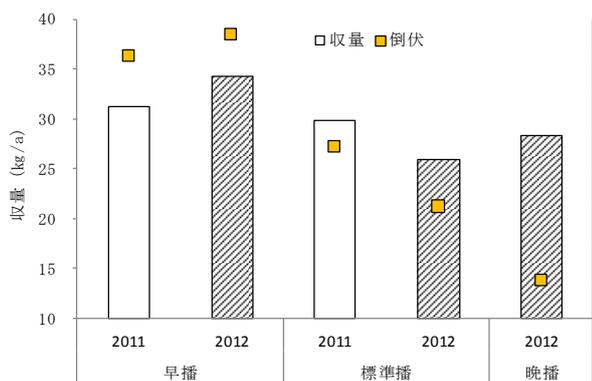


図4 播種時期が収量・倒伏に及ぼす影響

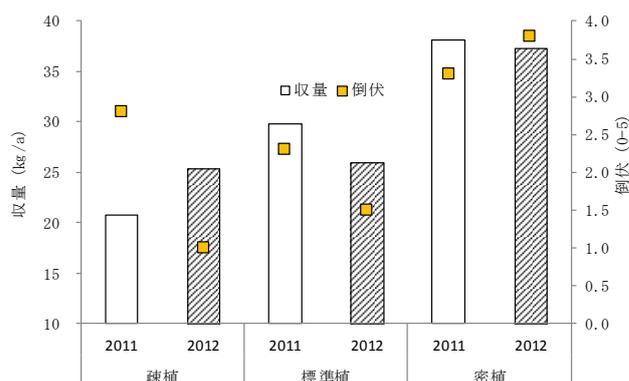


図5 標準播での栽植密度が収量・倒伏に及ぼす影響

第17表 各形質間の相関関係^{z)} (2011~2012年)

	子実重	総節数	稔実莢数	百粒重
子実重	—	-0.1535	0.9169 **	-0.1509
総節数		—	-0.0515	0.2020
稔実莢数			—	0.0639
百粒重				—

z) 2011年、2012年の播種期、栽植密度の結果で算出し、
n = 18、** : 1%で有意

第18表 「山育黒2号」のコンバイン収穫における時期と時間帯の影響^{z)} (2011~2012年)

年次	時期 ^{y)}	時間帯	収穫損失率 (%)			裂莢率 ^{v)}	割砕率 ^{u)}	つぶれ ^{t)} 粒率 (%)	水分 (%)				天気	成熟期後 積算 降水量 (mm)	刈り残し ^{s)} 稔実莢 比率 (%)	品質 (1-7)	障害粒程度 (1-5)	
			頭部 ^{x)}	排出 ^{w)}	計				子実	葉	莢	茎					しわ粒	障子粒
2011	+11	午後	2.8	—	—	5.4	0.0	16.7	39.2	8.2	63.0	曇り	72.0	—	4.5	1.5	1.5	
		午前	2.6	—	—	1.1	0.4	20.6	13.5	13.5	49.6	曇り	75.0	—	5.0	2.5	1.5	
		午後	0.8	—	—	0.9	0.0	19.7	12.7	9.4	49.0	曇り	—	1.8	5.0	2.0	1.5	
2012	+8	午後	6.7	—	—	6.8	0.2	18.3	13.4	9.1	41.0	晴れ	114.0	—	5.5	2.0	2.5	
		午前	0.9	2.4	3.3	1.1	0.9	0.0	18.3	33.6	9.7	62.2	晴れ	11.5	—	3.0	0.5	0.3
	+14	午後	6.1	1.8	7.9	2.8	0.9	0	17.5	14.7	7.5	61.7	曇り	—	—	3.0	0.3	0.0
		午前	2.6	1.1	3.7	1.0	0	0	17.1	30.3	7.6	53.5	晴れ	18.0	—	3.0	0.3	0.3
	+21	午後	6.0	1.0	7.0	1.6	0	0	16.4	15.9	6.2	52.1	晴れ	—	0.9	3.0	0.3	0.3
		午前	4.2	2.9	7.1	4.9	2.0	0	14.9	20.0	7.4	43.9	晴れ	41.0	—	3.0	0.3	0.3
		午後	9.3	0.8	10.1	4.8	0	14.3	14.1	5.4	34.3	晴れ	—	—	3.0	0.3	0.3	

z) 2011年は7/13播種、坪刈収量21.8kg/a、最下着莢高14.4cm、倒伏3.3
2012年は7/9播種、坪刈収量20.9kg/a、最下着莢高16.5cm、倒伏2.0
y) +は移植後日数を示す
x) 頭部損失率は裂莢により扱胴内に入らなかった子実重を坪刈収量で割った値
w) 排出損失率は脱穀されずに排出口から出た子実重を坪刈収量で割った値
v) 裂莢率は収穫前に10株の裂莢数/総莢数の比率
u) 割砕率は収穫物内の100粒×2反復で調査
t) つぶれ粒率は収穫物内の100粒×2反復で調査
s) 刈り残しで残った稔実莢数/株分解調査時の稔実莢数で示す

活用上の留意点

「山育黒2号」は、煮豆適性の優れる黒大豆品種として育成した系統である。既存の「のんたぐろ」産地への導入を目指していたが、「のんたぐろ」の需要回復に伴い、当面、有望系統として保存することとなった。また、現場への普及においては以下の点に留意する。

1 平坦部での播種適期は7月上旬～下旬である。また、中山間部では地域適応性を確認した上で、播種

時期を決定する。栽植密度は倒伏を考慮すると12本/m²程度が適当である。

2 ダイズウイルスの抵抗性は弱いいため、白大豆の隣接圃場での栽培はなるべく避ける。

3 耐倒伏性は“やや弱”であり、本葉2～5葉期の中耕培土は必ず実施する。莢数確保のために開花期後30日前後のカメムシ類防除を徹底する。

4 コンバイン収穫を開始する目安は成熟期後1週間目頃の子実水分18%以下とし、裂莢しやすいので、できるだけ早く収穫し終える。また、コンバインの篩い目は9.1mm以上に設定する。

摘 要

- 1 「山育黒2号」は、山口県農林総合技術センター内で栽培した「丹波黒」の中から、早熟な個体を選定し、選抜・固定させて育成した系統である。
- 2 開花期は“中の晩”、成熟期は“晩の早”、生態型は秋大豆型に属し、同じ秋大豆品種の「フクユタカ」より5日晩熟で、「丹波黒」より16日早熟である。
- 3 花色は“紫”、毛茸は“褐”、円葉で有限伸長型、主茎長は「フクユタカ」並の“中”である。
- 4 耐倒伏性は「丹波黒」より優れ、“やや易”である。
- 5 収量性は「フクユタカ」、「丹波黒」と同程度で、品質は「丹波黒」より優れる。
- 6 粒大は極大粒である。種皮には「丹波黒」と同様に蠟物質が発生し、光沢は弱い。
- 7 ダイズウィルス抵抗性は他の黒大豆品種と同様に“弱”である。
- 8 「山育黒2号」の煮豆は、「丹波黒」よりやや硬く粒は小さいが、裂皮が少なく製品率は高い。
- 9 コンバイン収穫は成熟期後1週間目頃から可能である。但し、裂莢しやすいので、短期間に収穫し終えることが望ましい。

引 用 文 献

- 羽嶋正恭・中司祐典・金子和彦・池尻明彦・前岡庸介・森岡徹文. 2007. 黒大豆新品種「のんたぐろ」の育成. 山口農試県報 56. 43-50
- 日本特産物種苗協会. 1995. 種苗特性分類調査報告ダイズ. 55. 東京
- 大庭虎雄・岩田岩保・竹崎 力・工藤洋男・異儀田和典・小代 寛正・原 正紀・池田 稔・高柳 繁・下津盛昌・橋本篤一・志賀鑑昭・富田貞光. 1982. ダイズ新品種「フクユタカ」について. 九州農試報告 22. 第3号. 405-432
- 高橋将一・松永亮一・小松邦彦・中澤芳則・羽鹿牧太・酒井真次・異儀田和典. 2004. ダイズ新品種「サチユタカ」の育成とその特性. 九州沖縄農研セ報告 45. 15-38
- 大庭虎雄: 1985. 農業技術体系作物偏ダイズ・アズキ・ラッカセイ追録第60号. 農文協. 東京. 枝 131-133

- 池尻明彦・岡本賢一・中司祐典・吉永 巧・中山暁子・小林行高・金子和彦・岩本哲弥・村山英樹. 2007. 大豆品種「サチユタカ」の機械化体系に対応した栽培技術 第1報 播種期および栽植密度. 山口農試研報 56. 51-61
- 鳥居俊夫・桑原恵利・池尻明彦・岡本賢一・中司祐典. 2009. 大豆品種「サチユタカ」の機械化体系に対応した栽培技術 第2報 汚損粒の発生低減のための収穫時期および収穫時刻. 山口農試研報 57. 34-42

簡易なネット被覆によるブルーベリーの害虫対策

出穂美和・片山正之・中谷幸夫・畑中猛

A simple method of net covering to protect blueberries from harmful insects

Miwa IZUHO, Masayuki KATAYAMA, Yukio NAKATANI and Takeshi HATANAKA

Abstract : This study surveyed farmers to investigate the kinds of pests which cause damage to blueberries. In addition, it investigated pests which are harmful to blueberries in a blueberry farm in Yamaguchi city. Results showed that the main pest was *Parasa lepida*. It was the most serious pest in both the questionnaire and the farm investigation. Therefore a covering net was examined as a method to prevent pests without using pesticide. First an indoor experiment confirmed that *Parasa lepida* was not able to pass through a net when the scale of the mesh of the net was less than 4mm. Therefore we examined the prevention effect of net covering in a farm in 2012. After removing the *Parasa lepida* cocoons, the whole farm was defended against the pest by a net of 4mm scale of mesh. The cocoons can be eliminated by hand. The best time to spread the net was around May 10 when the bees finish pollinating, and before May 20 when *Parasa lepida* begins to emerge. Results showed that *Parasa lepida* could not invade the blueberry farm, and all damage was prevented. Finally a method was devised to easily set up a net using arched pipes and high tensile wire. As a result, it took only seven hours per 2a for two people to set up the net, and the materials were less expensive than before.

Key Words : *Parasa lepida*,

キーワード : ヒロヘリアオイラガ

緒言

ブルーベリーは女性、高齢者、農業法人を中心に栽培されており、山口県における栽培面積は 2001 年が 1.0 ha、2011 年が 11.2 ha と 10 年間で 10 倍以上に増加している。また、ブルーベリーは健康食品として扱われ、消費者から無農薬栽培の要望が大きい。しかし、ブルーベリーの害虫についての加害種や生態は不明確で、対策についての試験例は少ない。また、鳥による被害は多く報告されており、減収要因の一つとなっている。

本研究では、ブルーベリーを加害する主要種を特定し、防虫ネット被覆による防除方法を確立した。また、防鳥と兼ねた防虫ネットの被覆方法について簡易な方法を開発したので報告する。

材料および方法

1 問題となる害虫の特定

1) 防虫対策のアンケート調査

ブルーベリー栽培で問題となる生産阻害要因を特定するため、県内で最も大きい J A 山口中央大内ブルーベリー生産部会の部会員 24 名を対象に、鳥および虫害対策について 2011 年 4 月にアンケート調査を行った。

2) 加害する害虫調査

ブルーベリーを加害する害虫とその生態について明らかにするため、山口市大内長野の農林総合技術センター落葉果樹試験地（以下、落試）のブルーベリー園において、害虫の発生状況を調査した。調査は 2010～2011 年に 4 月から 10 月末まで 1 週間おきにサザンハイブッシュ系 9 品種 21 樹、ノーザンハ

イブツシュ系8品種16樹、ラビットアイ系15品種41樹の計78樹を見取り調査し、害虫の種ごとに計数した。

2 ネットの被覆時期およびネット目合いの設定

1) 主要害虫ヒロヘリアオイラガの越冬繭の羽化時期

2011年5月、落試のブルーベリー（品種「オニール」）15樹に越冬しているヒロヘリアオイラガの繭22個に印をつけ、6月まで約1週間おきに羽化した繭を見取りにより計数した。

2) ミツバチの訪花時期の確認

ネットで被覆する場合、ミツバチによる受粉を抑制する可能性があるため、訪花時期（受粉時期）を特定し、被覆時期の目安にした。2010～2011年、落試のブルーベリー園において、園内のブルーベリーにおけるミツバチの訪花虫数を見取り調査し訪花時期を推定した。調査は、4～5月の約1週間おきに、ミツバチの活動が活発な正午前後に実施した。

3) ネット目合いの確認

タバコガ類などの侵入を抑え風通しが良いとされる（国本ら、2008）4mm目合いのネットを用い、ヒロヘリアオイラガに対する侵入防止効果について確認した。室内試験において、2012年5月にほ場で採集した繭を羽化させた成虫20頭を用いて通過試験を行った。直径12cm、長さ30cmのガラス円柱管を2つ合わせ、4mm目合いのネットで仕切り、両端には0.4mmのナイロンゴースを張り、一方のガラス円柱管に供試虫を入れ、暗幕で被覆し、もう一方の円柱管の開口部にライトをつけて通過の有無を確認した。

3 ネット被覆栽培実証

2012年、落試のブルーベリー園において、ネット被覆によるヒロヘリアオイラガの侵入防止効果を確認した。試験区は4mm目合いのネットを全面被覆した区

（約2a、30樹）と無被覆区（約2a、30樹）を設置した（第1図、第2図）。ネットはタキイキラリネット（タキイ種苗（株）製）を用い、2012年5月10日に被覆した。なお、ネット被覆区においては、被覆前に取り残した繭からの第1世代幼虫の発生が見られたため、被覆後にデルフィン顆粒水和剤1000倍液を200L/10a散布して防除した。調査は、8～10月の第2世代幼虫について8月3日から約2週間おきに見取りによって行った。

4 ネットの被覆方法および作業性等の評価

ネットの被覆方法

260cmの2本の直管パイプ（φ22mm）をテンボスでつなぎ、地上部高さ200cm（40cm埋め込み）、幅130cmのアーチになるように加工したもの（以下、アーチパイプという）を、4mおきになるように立て（第1図）、アーチパイプの頂上を結んだ。縦・横方向の延長線上に螺旋杭（大）を固定し、そこから張った高張力線同志を直交するようにアーチパイプの頂上でロックタイで固定した。両端のアーチパイプは外側に約30度傾けることで、縦方向の高張力線に張力を持たせた。ネットの被覆に当たってはアーチパイプの変形・倒伏を避けるため、ネットとアーチパイプは固定せず被せるようにした。ネットの固定については、周囲の螺旋杭に直管パイプを設置しパッカーで固定した。

1) ネット設置作業時間の測定と経費の算出

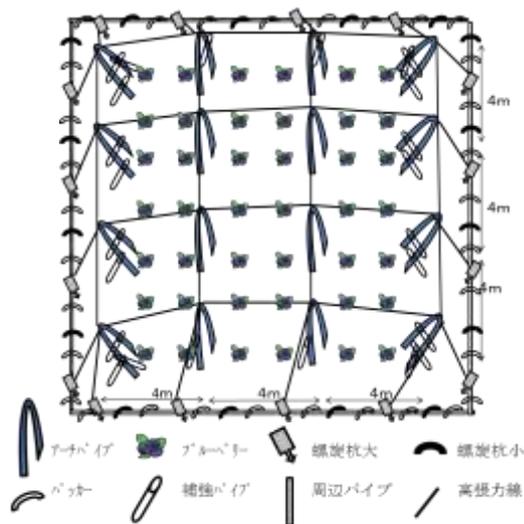
簡易ネットの設置は男女2名で行い、支柱の設置から簡易ネットの被覆・片付けまでの作業時間を測定した。また、簡易ネットの設置について、人件費を除く経費を算出し慣行の防鳥ネットを用いた場合との比較を行った。

2) ネット設置にかかる作業性評価

簡易ネットを設置する時の主要作業について、姿勢負担度や改善要求度を求めるため各作業姿勢をコード化し評価する手法である、OWAS法により30秒おきに瞬間の姿勢を読み取り、作業性を評価した。

3) 簡易ネットの耐風性評価

デジタル風速計CW-20（SANYO）を用いて設置した簡易ネットの耐風性を評価した。調査は、風が強かった2012年10月15日に行った。



第1図 ネットの概略図 (約2a)



第2図 ネットの展張の様子

結果

1 問題となる害虫の特定

1) 防虫対策のアンケート調査

農家が問題と感じている害虫はイラガ類であり、栽培者が刺されることで困っている人は過半数を占めた (第3図)。

2) 加害する害虫調査

2年間でブルーベリー樹に寄生が認められたチョウ目害虫は9種類で、イラガ類では *Parasa lepida* (以下、ヒロヘリアオイラガ)、*Narosa* 属の一種、*Monema flavescens* (イラガ) の発生が認められた。発生量はヒロヘリアオイラガが最も多かった。幼虫の発生は7月が主体であった。9月以降には、局所的にミノガ類の発生が認められた (第1表)。ヒロヘリアオイラガの幼虫は7月中旬と9月中旬に発生ピークが認められ (第4図)、繭による越冬が確認された。

2 ネットの被覆時期及びネット目合いの設定

1) 主要害虫ヒロヘリアオイラガの越冬繭の羽化時期

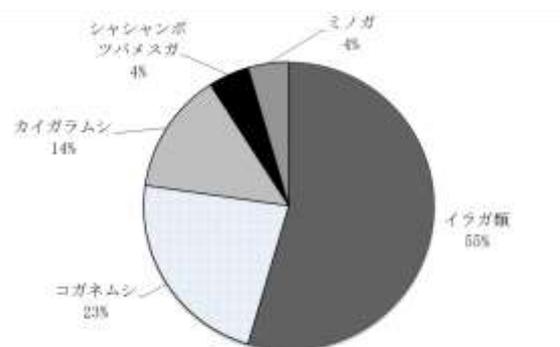
第1世代幼虫は5月20日頃から羽化が認められ、越冬繭の約9割が6月中旬までに羽化した (第2表)。

2) ミツバチの訪花時期の確認

訪花ミツバチ数は2010年は4/28、5/7、2011年は5/2、5/6に多く、訪花時期は4月下旬から5月上旬と推定された (第3表)。

3) ネット目合いの確認

ヒロヘリアオイラガ成虫20頭を用い、4mm目



第3図 困っている害虫について (2011年、JA山口中央大内ブルーベリー生産部会)

第1表 害虫(幼虫)の発生状況 (2010~2011年、落試)

種名	2011年				2010年 確認種
	6月	7月	8月	9月	
<i>Parasa lepida</i> (ヒロヘリアオイラガ)	156	438	3	76	○
<i>Narosa</i> sp. (ナガ類)		22	50	63	○
<i>Eumeta</i> sp. (ミノガ類)			18	246	○
<i>Lymantria dispar</i> (マダガ)	11	6	2		○
<i>Euproctis similis</i> (モンシロチョウ)	1				○
<i>Monema flavescens</i> (イラガ)			1		
<i>Calliteara pseudabietis</i> (ワコトク)					○
<i>Viminia rumicis</i> (ナシメ)					○
<i>Saridoscelis sphenias</i> (シヤンボツバメスガ) (延べ被害芽)	2,847	11,041	19,292	3,256	○

注) 78樹を対象に月4回調査：各月の合計個体数を表示

第2表 ヒロヘリアオイラガの越冬繭の羽化時期 (2012年、落試)

調査日	5/10	5/16	5/24	5/31	6/7	6/13	羽化しなかった
羽化割合%	0	0	9	23	41	18	9

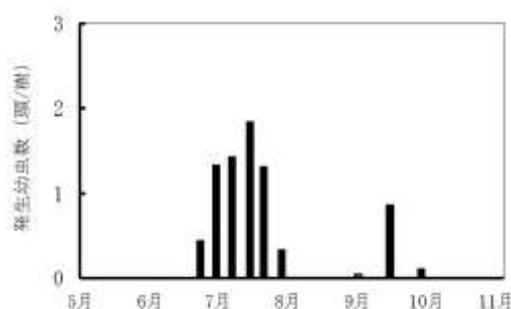
注) 越冬繭22個をマーキングし羽化時期を調査

簡易なネット被覆によるブルーベリーの害虫対策

第3表 ミツバチ訪花時期と頭数 (2011年、落試)

	4/7	4/14	4/21	4/28	5/2	5/6	5/12
ラビットアイ系				開花	開花	開花	
サザンハイブッシュ系	開花	開花	開花	開花			
ノーザンハイブッシュ系			開花	開花	開花	開花	
平均気温℃	16.3	13.4	13.4	12.7	16	17.8	20
最高気温℃	20.6	23.4	21.8	17.8	23.9	21.5	21.8
ミツバチの訪花頭数	0	0	0	0	38	41	0
(参考)2010年 月/日	4/8	4/15	4/22	4/28		5/7	5/13
ミツバチの訪花頭数	5	0	0	95	—	48	1

注) 開花とは全蕾の50%以上が開花した時期を示す



第4図 ヒロヘリアオイラガ (幼虫) の発消長
(2011年、落試)

注) 32品種78樹調査

第4表 4mm目合いによる通過試験 (2012年、室内試験)

害虫名	供試頭数	通過頭数
ヒロヘリアオイラガ	20	0

合いネットの通過の有無を調査した結果、通過した個体は認められなかった (第4表)。

3 ネット被覆栽培実証

無被覆区において、9月にヒロヘリアオイラガの第2世代幼虫の寄生が確認されたが、ネット被覆区では確認されなかった (第5表)。

4 ネット被覆方法及び作業性等の評価

1) ネットの設置作業時間の測定と経費の算出

男女2人で約2a作業した場合の作業時間は445分であった (第6表)。なお、設置にはアーチパイプを埋め込むための穴あけ用の工具以外は特別な工具は必要としなかった。4mm目合いネットを簡易に被覆する場合の合計資材費は2aあたり約9万円で

第5表 防虫ネットの有無でのヒロヘリアオイラガ (第2世代幼虫) の発生 (2012年、落試)

調査日	発生幼虫数(頭/樹)	
	無被覆区	4mmネット被覆区
8月	3日	0
	17日	0
9月	10日	1.0
	24日	0.2
10月	9日	0
	23日	0

注1) 各区30樹調査、8~10月の月2回調査

注2) 越冬繭は除去

注3) 4mm防虫ネット被覆面積は約2a

注4) 使用した防虫ネットは「キラリネット」

あった (第7表)。産地で導入されている直管パイプを用いた防鳥ネットの資材費は約24万円/2aであった。

2) ネット設置にかかる作業性評価

ネットの骨組設置からネットの被覆までの作業性について、OWAS法により調査した結果、ほとんどの作業がAC1及びAC2であった (第8表)。

3) 簡易ネットの耐風性評価

設置されたネットは、手動の風速計で2012年10月15日23時32分、最大瞬間風速16.5m/sを観測したが、支柱及び被覆ネットへの影響は認められなかった。

第6表 ネット設置にかかる必要時間(2a・2人あたり)

作業名	分	作業名
骨組み設置	60	採寸、水系張り、周辺パイプ設置
	95	アーチパイプ用穴あけ、アーチパイプ立て、土入れ
	50	アーチパイプ補強パイプを打ち込み、水系回収、アンカー(大)打ちこみ
	30	補強パイプをマイカー線で固定、高張力線配置
	85	高張力線を張る、高張力線と支柱、マイカー線を固定
ネット被覆	60	周辺パイプ調整・接着、アンカー(小)打ち込み
	40	ネット被覆・固定
ネット除去	10	ネットを固した定パッカーをはずす
	15	ネットの除去、たたむ
計	445	

第7表 ネット設置にかかる必要経費(2aあたり)

資材名	規格	必要数	単位	価格(円)
φ22mmパイプ	22mm、2.6m	16	組	20,800
天井ボス		16	本	2,000
螺旋杭(大)	大	16	本	7,700
螺旋杭(小)	小	16	本	4,600
高張力線	300m巻	190	m	5,000
パッカー	25mm	32	個	1,200
ロックタイ		48	本	100
ネット	キリネット	1	枚	52,000
合計(ネット除く)				41,400
合計(ネット含む)				93,400

注1) 資材費は2012年での見積金額から試算

注2) ほ場条件(風あたりやほ場の形など)によって必要資材数が異なる。また、周井パイプや補強パイプについては、廃材等を利用したため計上していない。

第8表 OWAS法による作業負担度調査

作業コード	AC1	AC2	AC3	AC4	計
1. 柱穴あけ	11(68.7)	5(31.3)	0(0.0)	0(0.0)	16
2. 柱立て	17(73.9)	5(21.8)	1(4.3)	0(0.0)	23
3. アンカー打ち	1(25.0)	3(75.0)	0(0.0)	0(0.0)	4
4. 柱補強打ち	9(100)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	9
5. 補強線張り	5(100)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	5
計	43(75.4)	13(22.8)	1(1.7)	0(0.0)	57(100)

注1) 表中の数字は度数、括弧内は%

注2) 作業負担度の目安は以下のとおり

AC1: この姿勢による筋骨格系負担は問題ない。改善は不要である。

AC2: この姿勢は筋骨格系に有害である。近いうちに改善すべきである。

AC3: この姿勢は筋骨格系に有害である。できるだけ早期に改善すべきである。

AC4: この姿勢は筋骨格系に非常に有害である。ただちに改善すべきである。

考 察

アンケート調査と園地での害虫発生調査より、ブルーベリー栽培において、ヒロヘリアオイラガは発生を確認した害虫の中で最も発生が多く、毒針毛を有するモンシロドクガおよびイラガの成虫と比較して小さい。また、イラガ類のなかでヒロヘリアオイラガに次いで発生の多かった *Narosa. sp* は微小であり、防除するにはネット目合いは2mm が適することを確認したが、食害も小さく、作業の邪魔にならないため防除の対象からは外すこととした。以上のことより、ヒロヘリアオイラガの生態を把握し防除対策をすれば、その他の毒針毛を有する害虫を同時に防除することが可能と考えられた。

ヒロヘリアオイラガをネットで防除しようとするれば、目合いの設定は重要である。そこで、室内試験により通過できない目合いについて検討した結果、ネットの目合いが4mm 目合いで通過できないことを確認した。そこで、ほ場試験では、4mm 目合いのネットを用いて侵入を抑制することとした。

ネットを被覆する時期は、ヒロヘリアオイラガの羽化の始まりが5月20日頃と確認されたことから、それ以前、かつミツバチの受粉が終わる5月10日頃が最適と推測された。2012年の試験では、ほ場において5月10日にネットを被覆した結果、ヒロヘリアオイラガの侵入抑止効果が確認できた。ただし、繭はブルーベリー樹上で越冬しているため、本試験においても繭の取り残しから、被覆後に防除を余儀なくされた。毎年、ネット被覆することで発生虫を除去すれば、このような事態は回避できるようになると考えられるが、初年度については十分な確認と、場合によってはネット被覆後に防除する必要があると考えられる。

ネットの被覆にあたっては、できるだけ簡易で作業性が良く、コストのかからない方法が望まれる。そこで、ネット被覆法として、アーチ型のパイプをワイヤーで連結し、簡単にネットを張る方法について検討した。ほ場における簡易なネット被覆の方法については、アーチ型のパイプを用いた国本ら(2008)の方法がある。国本らは露地ギクのタバコガ類の防除のために超簡易露地圃場ネット被覆法を考案した。本方法は設置が簡易であることと低コストの両面で優れる方法である。ブルーベリーは永年性果樹であり、栽培中の耕耘やほ場移転時の支柱除去の必要がなく、固定化が可能

である。よって、国本らの方法を改良してほ場内の支柱を増やすことにより、強度を高め、防風ネットとしての役割をもたせることも可能なのではないかと考えた。実際のネットの設置に当たっては、本被覆法では、2人で約7時間/2aで設置でき、資材費は直管パイプを利用した果樹で一般的に使用される従来の防鳥ネット被覆に比べ、資材費のみでは半額以下と安価であった。また、防風ネットとしての強度については、本被覆法は最大瞬間風速16.5m/sに耐えることが可能であった。しかしながら、本試験期間中には、これ以上の風に対する強度を確認することはできなかった。ネットの強度については、今後さらに調査、検討することが必要である。台風等の強風が予想される場合には、ネットを外すことも必要になる可能性がある。さらに、本技術を利用する場合の留意点としては、降雪期の前にイラガの発生は終息するため、雪による破損防止やネット自体の劣化を防ぐ上でも冬期はネットを除去することが望ましいと考えられる。また、大面積での耐風性はさらに低下すると考えられるので注意するとともに、樹高、栽培者の身長に応じてできるだけネット支柱の高さを低くすることが望ましいと考えられた。

摘 要

ブルーベリーの栽培において、被害をもたらす害虫の種類を栽培農家にアンケート調査するとともに、山口市でブルーベリーに寄生する害虫を調査した。その結果、ヒロヘリアオイラガが最も重大な害虫であった。そこで、農薬を使用せずヒロヘリアオイラガを防除する方法として、防虫ネットによる被覆方法の試験を行った。ヒロヘリアオイラガは防虫ネットの4mm目合いで通過できなかった。

ネット被覆時期を決定するため、ヒロヘリアオイラガの発生消長、越冬繭の羽化時期を、ツバチの訪花時期を調査した。ネットを被覆する時期は、ヒロヘリアオイラガの羽化が始まる5月20日以前、かつミツバチの受粉が終わる5月10日頃が最適であった。そこで、2012年、ほ場において、4mm ネット被覆による防除効果について試験した。その結果、ヒロヘリアオイラガはブルーベリー園に全く侵入できず、被害の発生を防止することができた。

さらに、アーチ型のパイプをワイヤーで連結し、簡易にネットを張る方法を考案した。この方法では、ネットの展張は2 a・2人で7時間程度で可能であり、

資材費は、従来の防鳥ネット被覆より安価であった。

引用文献

- 国本佳範. 2006. 露地圃場での簡易な害虫侵入防止ネット設置方法の開発. 奈良農技セ研報. 37. 1-7.
- 国本佳範・小山裕三・印田清秀・平浩一郎・平富勇介
2008. 超簡易露地ほ場ネット被覆法の開発. 奈良農技セ研報. 39. 1-4.
- 国本佳範・神川論. 2012. 超簡易ネット被覆によるスイートコーンのチョウ目害虫防除. 奈良農技セ研報, 43. 17-21.

露地ナスにおける天敵温存植物等を利用した主要害虫の 総合防除体系の確立

河村俊和・東浦祥光・本田善之・出穂美和

Establishment of an Integrated Pest Management System for Major Insect Pests in Open Field Eggplants Using Insectary Plants

Toshikazu KAWAMURA, Yoshimitsu HIGASHIURA, Yoshiyuki HONDA and Miwa IZUHO

Abstract: In open field eggplant cultivation in Yamaguchi, sorghum is being increasingly introduced as a natural enemy preservation plant to control aphids. However, although sorghum is effective as a natural enemy preservation plant of aphids, it is not very effective in increasing the natural enemies of thrips and mites. This study examined methods of making use of various kinds of natural enemies to thrips and spider mites.

First, we investigated plants which could increase thrips' natural enemies. Results showed that blue salvia was most effective at increasing natural enemies of thrips. Natural enemies of blue salvia were most numerous when blue salvia was flowered early, in June. Second, the ideal conditions for increasing natural enemies to control spider mites were examined. Predatory mites multiplied most when a mixture of bran and chaff was hung in a net bag near the base of the stem as a habitat. These techniques were systematized and their combined effectiveness was tested. As a result the frequency of chemical pesticide use decreased at least 50% compared to traditional methods. Moreover, it was equally effective at controlling pests.

In order to cultivate open field eggplants in Yamaguchi with chemical pesticides, the combination of planting sorghum and blue salvia and hanging a bran and chaff mix can be considered an effective method of integrated pest management for aphids, thrips, and spider mites.

Key Words: blue salvia , Orius sp. , predatory mites , organic matter

キーワード: ブルーサルビア, ヒメハナカメムシ類, 捕食性ダニ類, 有機物

緒言

露地ナスではアブラムシ類、ハダニ類、アザミウマ類等の被害が問題となる。近年、消費者の安心・安全な農産物に対する要望や化学農薬の環境への影響の問題から「環境にやさしい農業」の取り組みが拡大している。このため、ソルゴー等の天敵温存植物(インセクタープランツ)を栽培作物とともにほ場に植え、化学合成農薬の使用回数を削減させる栽培方法が増加して

いる(奈良県, 2012)。天敵温存植物とは、バンカープランツとも呼ばれ、天敵の温存・増殖に適した植物(冨所ら, 2010)で、これまで露地ナスではとしてソルゴー、オクラ、マリーゴールド等の活用が報告されている(亀代ら, 2011; 井村ら, 2010)。

また、ほ場に有機物を設置することにより、ハダニ類の土着天敵である捕食性ダニ類を増殖させ、利用する技術の開発も行われている(古味ら, 2007)。

山口県でも環境保全型農業の一層の推進を図るた

め、天敵温存植物等を活用した露地ナスの主要害虫に対する減農薬技術が求められている。

県内の露地ナス産地では天敵温存植物または障壁植物としてほ場周縁へのソルゴー導入が増えており、アブラムシ類の天敵が有効に活用されている。しかし、アザミウマ類、ハダニ類の天敵温存効果は不十分であることから、さらなる技術的な検討が望まれている。そこで、県内の産地においてアザミウマ類の天敵を温存できる植物や、ハダニ類の天敵の増殖を促進する有機物について検討を行い、アザミウマ類、ハダニ類の制御効果を確認したので報告する。

材料および方法

1 天敵温存植物によるナスのアザミウマ類の抑制効果（試験1）

天敵温存植物によるヒメハナカメムシ類の定着・増殖が、露地ナスのアザミウマ類の発生を抑制する効果を確認するため、ブルーサルビア、マリーゴールドを供試し、露地ナス及び天敵温存植物における、ヒメハナカメムシ類の発生状況を調査した。

1) 試験区の設定

試験は、2011年7～11月に農林総合技術センター内のソルゴー囲い込み栽培露地ナスほ場（ナス品種：千両2号、5月25日定植、株間50cm、ソルゴー品種：メートルソルゴー、6月3日播種）において行った。各試験区は各64㎡に5畝を設け

（畝幅1.6m、畝長8m）、中央3畝にはナスを栽培し、その両側の畝に天敵温存植物を播種した。試験区の構成は第1表のとおりで反復なしとした。

2) 天敵温存植物のアザミウマ類、ヒメハナカメムシ類の調査

7月25日、8月3日、17日、9月2日、10月7日に天敵温存植物の20花（ソルゴーは20葉）をランダムに選定し、ビニール袋でつつみ、寄生している虫を叩き落とした。捕獲されたアザミウマ類及びヒメハナカメムシ類は実体顕微鏡下で計数し、被捕食者となるアザミウマ類の発生量を確認した。また、各区の天敵温存植物の開花数が多くなった9月2日の天敵温存植物の株数から、1畝当たりのヒメハナカメムシ類の虫数を推定した。

3) ナスのアザミウマ類、ヒメハナカメムシ類の調査

各区の天敵温存植物の開花後に、約10日間隔で各区のナスの20葉（株当たり2葉×5株×2畝）を見取り調査し、ヒメハナカメムシ類と被捕食者となるアザミウマ類を計数した。

2 混合有機物の設置による捕食性ダニ類の温存効果（試験2）

ハダニ類などを捕食するダニ類の増殖源として、露地ナスほ場に有機物資材を導入する場合の条件を確認するため、ふすまと籾殻の混合有機物を供試し、露地ナスほ場内外における捕食性ダニ類の発生状況を調査した。

第1表 天敵温存植物によるナスのアザミウマ類防除試験の区の構成（2011年）

試験区	供試植物	品種	播種日	播種量
1	ブルーサルビア	ビクトリアブルー	6月3日	0.3ml/畝
2	+ソルゴー	「サカタのタネ」	6月17日	
3	マリーゴールド +ソルゴー	フレンチ系ボーイ混合 「タキイ種苗」	6月3日	6.0ml/畝
4	ソルゴー（対照）	メートルソルゴー 「カネコ種苗」	6月3日	4.0g/畝

第2表 混合有機物の混合比率（2011年）

試験区	ふすま:籾殻比率	重量	野積み日
1	1:1	各2kg	5月6日
2	1:2	1kg:2kg	6月24日
3	2:1	4kg:2kg	6月24日

第3表 殺虫剤散布状況(2012年)

散布日	体系防除区		慣行防除区	
	薬剤名	対象害虫	薬剤名	対象害虫
5月8日			アトマイヤー粒剤1	アザミウマ類, アブラムシ類
6月20日	サンクリスタル乳剤	アザミウマ類, アブラムシ類	コテツフロアブル	アザミウマ類, ハダニ類
7月12日			アファーム乳剤	アザミウマ類
7月19日	カネマイトフロアブル	チャノホコリダニ	ピラニカEW	チャノホコリダニ
8月10日			コテツフロアブル	アザミウマ類
8月17日	プレバソンフロアブル	チョウ目害虫	アファーム乳剤	アザミウマ類, チョウ目害虫
9月13日			アトマイヤー水和剤	アザミウマ類, アブラムシ類
9月28日	トルネードフロアブル	チョウ目害虫	コテツフロアブル	ハダニ類, チョウ目害虫
化学合成殺虫剤 散布回数	3回		8回	

1) 有機物の混合比率が捕食性ダニ類の増殖に及ぼす影響

2011年5月23日に、露地ナス栽植畝から3m離れた場所にふすまと籾殻の比率を変えた混合有機物(野積み直径約50cm)を野積みし、捕食性ダニ類の増殖に好適な混合比率を調査した。有機物の混合比率は、第2表のとおり。各区の混合有機物は7~10日おきに約80gを採取し、ツルグレン装置に24時間かけ、抽出した捕食性ダニ類を実体顕微鏡下で科別に計数した。

2) 露地ナスほ場における混合有機物の設置が捕食性ダニ類の増殖におよぼす影響

2011年9月12日に農林総合技術センター内の露地ナスほ場(品種:千両2号、5月25日定植、38.4m²、畝幅1.6m、畝長8m、3畝、株間50cm)において、ふすまと籾殻を1:1に混合したものを1カ所当たり180g、5株に1カ所の割合で設置した。設置方法は、株元処理と吊り下げ処理の2とおりで、2反復した。株元処理は混合有機物を台所用水切りネットに入れ株元に置いた。また、吊り下げ処理は混合有機物を紙コップに入れ、アルミ箔で蓋をした後、ナスの中位の枝(地上高約100cm)に結束用バンドを使って取り付け、紙コップの側面に10×15mmの穴を3カ所開けた。10月4日及び24日に、各区の混合有機物約80gを採取しツルグレン装置に24時間かけ、抽出した捕食性ダニ類を実体顕微鏡下で科別に計数した。

3 天敵温存植物を活用した技術の体系化実証

試験1及び試験2の成果をふまえた体系防除の有効性を確認するため、実証試験を行った。

1) 試験区の設置

2012年6~10月にセンター内露地ナスほ場において、ソルゴーとブルーサルビアを植栽し混合有機物を

設置した体系防除区と慣行防除区(それぞれ反復なし)を設け試験を行った。両区ともナス品種に千両2号を用い、5月8日に畝幅1.8m、畝長8mの3畝に株間50cmで定植した。体系防除区の天敵温存植物の植栽は、ナス畝の両横に畝幅1.8mで1畝ずつ配置し、1畝につきソルゴーが外側、ブルーサルビアが内側(ナス側)になるように5月9日に播種した。ソルゴー品種には、“おおきいソルゴー”「カネコ種苗」を用い、1畝に条間約25cmで2条(約4g/畝)播きとした。また、ブルーサルビア品種には“ビクトリアブルー”「サカタのタネ」を用い、同様に1畝当たり2条播き(0.1ml/畝)した。また、体系防除区には、ふすまと籾殻を1:1の重量比で混合したものを5月23日からほ場脇に野積みしておき、7月12日に攪拌した後180gづつ網袋につめ、ナスの5株に1株の割合で株元に設置した。慣行防除区については、天敵温存植物の植栽も有機物の設置も行わず、化学農薬(第3表)による防除を行った。

2) 調査方法

6月~10月に約10日間隔で各区30葉(2葉/株×5株/畝×3畝)について見とり調査を行い、害虫となるアザミウマ類、ハダニ類および天敵となるハナカメムシ類、捕食性ダニ類に分けて計数した。確認された主要な天敵類については、調査期間中の合計虫数の害虫に対する比率を算出した。

結 果

1 天敵温存植物によるナスのアザミウマ類の抑制効果(試験1)

1) 天敵温存植物でのヒメハナカメムシ類の発生

各区の天敵温存植物の開花状況を第4表に示す。6月3日播種では、マリーゴールドはブルーサルビアと

第4表 各区のヒメハナカメムシ類の発生状況(2011年)

試験区	供試植物	調査日					推定1畝当り虫数
		7/25	8/3	8/17	9/2	10/7	
1	ブルーサルビア6月3日播種(7月25日開花)	0	0	3	4	2	258.7
2	ブルーサルビア6月17日播種(8月10日開花)	-	-	-	1	0	64.7
3	マリーゴールド6月3日播種(7月16日開花)	1	1	0	2	0	16.5
4	ソルゴー(対照)6月3日播種(8月1日開花)	0	0	0	0	0	0.0

叩き落とし調査の20花(葉)当たり成幼虫数

推定1畝(12.8㎡)当り虫数は、各区の花数から推定

-は未調査

第5表 各区のアザミウマ類の発生状況(2011年)

試験区	供試植物	調査日					推定1畝当り虫数
		7/25	8/3	8/17	9/2	10/7	
1	ブルーサルビア6月3日播種(7月25日開花)	0	55(A)	103(A)	11(B)	40(C)	711.4
2	ブルーサルビア6月17日播種(8月10日開花)	-	-	-	1(B)	19(C)	64.7
3	マリーゴールド6月3日播種(7月16日開花)	54(A)	12(A)	10(A)	5(A)	3(-)	41.3
4	ソルゴー(対照)6月3日播種(8月1日開花)	0	0	1	0	0	0.0

叩き落とし調査の20花(葉)当たり成幼虫数

アザミウマ類の()内の記号は調査日ごとの優占種で、A:ヒラズハナアザミウマ、B:ミカンキイロアザミウマ、C:ハナアザミウマを表す。

推定1畝(12.8㎡)当り虫数は、各区の花数から推定

-は未調査

比べ開花始めが9日早かった。ブルーサルビアの6月3日播種は、6月17日播種と比べ開花始めの時期が約2週間早かった。ヒメハナカメムシ類が確認された時期は、開花時期の早かったマリーゴールドでは7月25日、6月3日に播種したブルーサルビアでは8月17日、6月17日に播種したブルーサルビアでは9月2日であった。各区の開花状況が揃った9月2日の畝当たりのヒメハナカメムシ類の推定虫数は、6月3日播種のブルーサルビアが258.7頭で最も多かった(第4表)。6月17日播種のブルーサルビアは、開花時期が遅れたが、6月3日播種のマリーゴールドより畝当たりのヒメハナカメムシ類の推定虫数が多かった。マリーゴールド、ブルーサルビアで発生した被捕食者としてのアザミウマ類は、ヒラズハナアザミウマやハナアザミウマが優占し、ナスにおいて傷果被害が問題となるミナミキイロアザミウマの発生は少なかった(第5表)。

2) ナスのアザミウマ類とヒメハナカメムシ類の発生

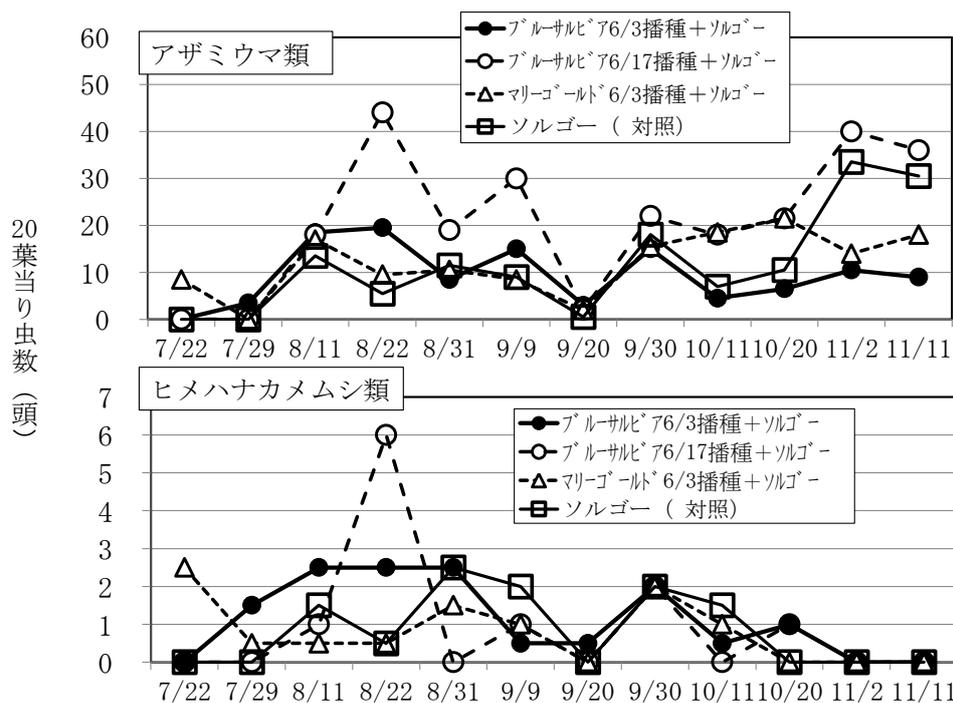
天敵温存植物の開花後の、ナスにおけるヒメハナカメムシ類と被捕食者としてのアザミウマ類の発生推移を第1図に示す。アザミウマ類の発生は、ソルゴー区では8月11日以降9月中旬にかけて減少傾向であったが、その後11月にかけて再び増加した。全期間を通

じアザミウマ類密度が高かったブルーサルビア6月17日播種+ソルゴー区を除き、9月中旬まではソルゴー区と同様の傾向であった。しかし、ブルーサルビア6月3日播種+ソルゴー区ではマリーゴールド6月3日播種+ソルゴー区に比べアザミウマ類密度がやや低く推移した。ブルーサルビア6月17日播種+ソルゴー区では8月22日、9月9日に30頭以上のアザミウマ類が確認され、その後も比較的多い発生量で推移した。

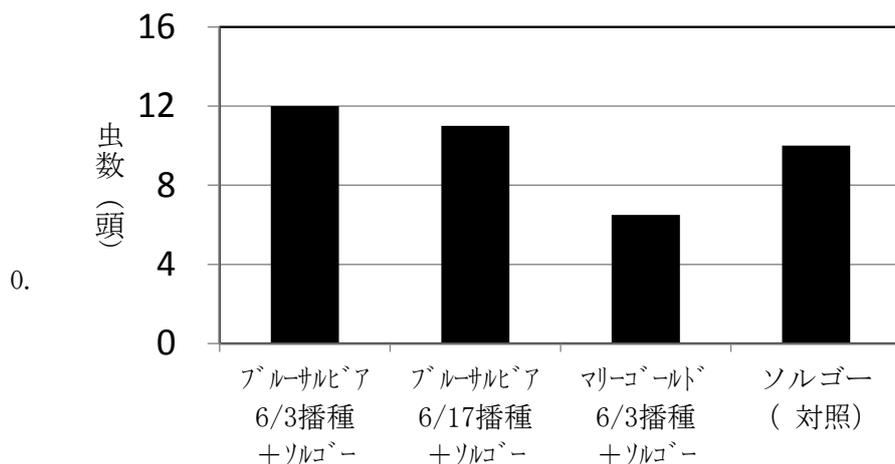
ヒメハナカメムシ類の発生は、全区とも低密度ではあったが、マリーゴールド+ソルゴー区およびソルゴー区では10月11日まで、ブルーサルビア+ソルゴー区は、播種日にかかわらず10月20日まで発生が認められた。すべての区の天敵温存植物が開花期をむかえた8月11日以降の合計虫数は、ブルーサルビア6月3日播種+ソルゴー区で最も多かった(第2図)。

2 混合有機物の設置方法による捕食性ダニ類の温存効果(試験2)

調査期間中に混合有機物で認められたダニ類は、トゲダニ科、ニクダニ科、モンツキダニ科であり、カブリダニ科の発生は認められなかった。トゲダニ科は設置してから約10日後の7月5日から発生が認められ、



第1図 ナスのアザミウマ類およびヒメハナカメムシ類の発生消長(2011年)



第2図 ナスのヒメハナカメムシ類の発生虫数 (8月11日～10月20日の8回調査の合計値) (2011年)

10月まで発生が継続し、若幼虫が多かった。ニクダニ科は9月に、モンツキダニ科は9月から10月に発生が認められた。ダニ類の発生量は調査日により変動が大きかった。ふすまと籾殻の混合比率の違いによるダニ類の発生量には差が認められなかった(第6表)。混合有機物の設置方法の違いによる差は10月4日には認められなかったが、10月24日では吊り下げ処理に対し株元処理が多かった(第7表)。また、調査対象外のトビムシ類はふすまと籾殻の混合比率に関係なく全区で初期から多発した(データ略)。

3 天敵温存植物を活用した技術の体系化実証

慣行防除区では、8月上旬、9月上旬にアザミウマ類が、9月下旬にハダニ類が増加したため、8月10日、8月17日、9月13日、9月28日に化学農薬を散布した(第3表、第8表)。体系防除区のブルーサルビアは7月9日に開花が始まった。開花後は体系防除区のアザミウマ類、ハダニ類の発生密度は8月上旬までは低く推移したため化学農薬は散布しなかった。9月3日にはアザミウマ類、ハダニ類が増加し、それぞれの土着天敵であるヒメハナカメムシ類、捕食性ダニ類が増加

露地ナスにおける天敵温存植物等を利用した主要害虫の総合防除体系の確立

した(第8表)。

体系防除区及び慣行防除区で発生したアザミウマ類はダイズアザミウマが主体であった。

体系防除区の害虫に対する天敵類の頭数比率

は、ハナカメムシ類では0.73、捕食性ダニ類では0.32で、いずれも慣行防除区に比べ高かった。体系防除区の被害果率は0.4%(慣行防除区0.7%)で収量、品質への影響はほとんどなかった。体系

第6表 野積み有機物におけるダニ類の発生状況(2011年)

調査日	ふすま1: 粃殻2								ふすま1 : 粃殻1								
	トゲダニ科		ニクダニ科		モンツキダニ科		カブリダニ科		トゲダニ科		ニクダニ科		モンツキダニ科		カブリダニ科		
	成虫	若幼虫	成虫	若幼虫	成虫	若幼虫	成虫	若幼虫	成虫	若幼虫	成虫	若幼虫	成虫	若幼虫	成虫	若幼虫	
7月5日	8	37	0	0	0	0	0	0	0	2	7	0	0	0	0	0	0
7月13日	14	66	0	0	0	0	0	0	0	1	15	0	0	0	0	0	0
7月25日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0
9月12日	0	43	3	56	0	0	0	0	0	0	105	0	0	0	37	0	0
9月29日	0	15	0	14	0	217	0	0	0	0	8	0	9	0	1	0	0
10月24日	0	59	0	0	0	0	0	0	0	14	210	0	0	0	0	0	0
合計	22	220	3	70	0	217	0	0	0	17	365	0	9	0	38	0	0

調査日	ふすま2 : 粃殻1							
	トゲダニ科		ニクダニ科		モンツキダニ科		カブリダニ科	
	成虫	若幼虫	成虫	若幼虫	成虫	若幼虫	成虫	若幼虫
7月5日	0	0	0	0	0	0	0	0
7月13日	4	0	0	0	0	0	0	0
7月25日	0	0	0	0	0	0	0	0
9月12日	0	48	0	22	0	7	0	0
9月29日	0	24	16	31	0	11	0	0
10月24日	11	79	0	0	47	207	0	0
合計	15	151	16	53	47	225	0	0

ツルグレン調査による24時間抽出後の有機物80g当たり虫数
有機物は6月24日に設置

第7表 処理方法の違いによる有機物中のトゲダニ科ダニ類の発生状況(2011年)

調査日	反復	吊り下げ処理			株元処理		
		成虫	若幼虫	合計	成虫	若幼虫	合計
10月4日	I	1	2	3	4	1	5
	II	0	168	168	50	152	202
	合計	1	170	171	54	153	207
10月24日	I	0	0	0	8	14	22
	II	0	0	0	3	91	94
	合計	0	0	0	11	105	116

有機物80g当たり虫数

第8表 ブルーサルビア開花, 混合有機物導入後のナスにおける害虫および天敵の発生状況(2012年)

区名	種類	7/9	7/19	7/30	8/10	8/20	9/3	9/10	9/19	9/28	10/9	10/19	10/30	合計	比率
体系防除区	害虫 アザミウマ類	0.7	0.7	2.3	1.3	2.0	4.7	2.0	1.0	1.0	4.0	4.0	12.3	36.0	-
	害虫 ハダニ類	-	9.0	0.0	1.7	18.0	60.7	5.0	1.0	2.0	1.3	1.7	4.3	104.7	-
	天敵 ヒメハナカメムシ類	5.7	1.0	1.3	0.7	0.7	8.3	4.4	2.3	0.7	0.3	0.0	0.7	26.1	0.73
	天敵 捕食性ダニ類	-	1.0	2.0	1.3	1.7	13.3	3.0	3.7	2.3	3.7	0.7	1.3	34.0	0.32
慣行防除区	害虫 アザミウマ類	3.0	0.3	2.3	11.3	0.0	12.7	8.0	0.7	0.0	0.0	5.7	9.3	53.3	-
	害虫 ハダニ類	-	0.3	0.0	2.7	0.3	0.3	0.7	4.7	7.3	0.7	29.7	28.3	75.0	-
	天敵 ヒメハナカメムシ類	0.3	0.3	0.3	1.0	0.0	0.3	1.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.08
	天敵 捕食性ダニ類	-	0.3	0.3	0.0	0.0	2.0	1.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	5.8	0.08

10葉あたり虫数

捕食性ダニ類(総数), ハダニ類(雌成虫数)以外は成幼虫数

体系防除区のブルーサルビアの開花始めは7/9, 混合有機物の設置は7/12

第9表 10a当り防除資材費(2012年) 単位: 円		
慣行防除区	14,765	(100.0)
(内訳)		
農薬代		14,765
体系防除区	11,130	(75.4)
(内訳)		
農薬代		6,300
ソルゴー種子代		422
ブルーサルビア種子代		3,773
ふすま		635
籾殻		0
200L/10a散布で算出		
() 内は比率%		

防除区では、慣行防除区に比べ化学農薬の薬剤散布回数は1/2以下となり、防除資材費は75.4%であった(第3表、第9表)。

考 察

県内の露地ナス栽培においては、天敵温存植物としてソルゴー導入の取り組みが増えている。しかし、ソルゴーはアブラムシ類の天敵を温存し有効に活用することは可能であるが、アザミウマ類やハダニ類の天敵温存効果は十分でないため、新たな天敵温存技術について検討を行った。アザミウマ類の天敵温存植物としては大野・永井らが様々な植物において有効性を確認し、マリーゴールド等が有効なことを報告している(井村ら, 2010)。しかし、ブルーサルビアについては詳細な調査はされていなかった。山口県では、栽培しやすいブルーサルビアに注目し、ヒメハナカメムシ類等天敵類の定着数が多いことを見いだしたため(東浦 未発表)、ナスでの有効性を検討した。また、ハダニ類に対しては、ふすま等の有機物中には有機物を分解する微小昆虫が繁殖することから、これらの活用が捕食性ダニ類の増殖に有効と考え、ふすまと籾殻の混合有機物について有効性の確認を行なった。

まず、天敵温存植物でのヒメハナカメムシ類を調査した結果、ブルーサルビアでの発生量は、マリーゴールドやソルゴーに比べ多く、ヒメハナカメムシ類を温存させる効果が高かった。これは、ブルーサルビアは花茎に多くの小さな花が付き、株当たり花数が多いこと、花の形状がヒメハナカメムシ類が潜むのに好適であることによると推測された。

長森(2013)大野、井村、永井(未発表)においても天敵温存植物の草姿、花の形状やつき方がヒメハナカメムシの発生密度に影響しているのではないかと考えられている。また、ブルーサルビアを植えた圃場のナスでは秋の遅い時期まで低密度ながら恒常的にヒメハナカメムシ類が確認された(第1図)。これらは、ブルーサルビアにおいて、ヒメハナカメムシ類の生存できる花が比較的長い期間維持できたためと、観察から考察できた。ただし、播種時期が遅れた場合、開花時期の遅れから(第4表)天敵温存効果が低下しており、詳細は不明だが、早い時期の開花がヒメハナカメムシ類の定着に有効であると推測された。ブルーサルビアはマリーゴールドに比べ開花までにやや期間を要するが、ブルーサルビアと同様の特徴をもち、早く開花する植物であれば、天敵温存植物としてより有望と考えられた。また、ブルーサルビアやマリーゴールドに寄生する被捕食者としてのアザミウマ類は、ミカンキイロアザミウマの割合が少なく、ナスの栽培にも影響は少ないと考えられた。ミカンキイロアザミウマは薬剤抵抗性を発達させているため、防除圧のかかった条件では優占しやすいが、無防除の条件下では他種との競合により高密度にはならなかったと推定された。

次に、露地ナスほ場において天敵温存植物を導入した場合のアザミウマ類の抑制効果を確認したところ、ソルゴーのみでも、ある程度ヒメハナカメムシ類を温存でき、アザミウマ類の密度を抑制していると思われたが、秋期にはその効果が減少していた(第1図)。これは、ソルゴーの花期間が短く、秋までの天敵維持が困難であったためと考えられる。ブルーサルビアを加えることで、ヒメハナカメムシ類の生存できる花が維持され、9月下旬までヒメハナカメムシ類が温存できると考えられる(第4表)。ソルゴーにマリーゴールドを加えた場合も、ブルーサルビアと同様の傾向が見られたが、マリーゴールドの場合は、秋期にはヒメハナカメムシ類の密度が低く、長期的な天敵温存効果はブルーサルビアに劣ると考えられた(第4表、第8表)。これはマリーゴールドでは秋期に花が劣化したことが要因と考えられた。

露地ナス栽培においては、ハダニ類の被害も問題となる。ハダニ類も捕食天敵によって防除すれば、さらに薬剤による散布回数の低減が可能にな

ると考えられる。そこで、圃場内で天敵の密度を高める手法を組み合わせることとした。小磯ら(2012)は、ふすまの施用は捕食性ダニ類のカブリダニ類、トゲダニ類を増殖させることを報告している。筆者らはふすまのみでは、ほ場に設置した場合に固まってしまう、増殖が抑制される可能性があると考え、ふすまに籾殻を加え当該資材での天敵の増殖を調査した。資材の増殖にあたっては、ほ場周辺にあらかじめ有機物を野積みしておけば、人工接種等の手段を用いなくとも自然に資材への天敵の定着が図れるのではないかと考え、まずこの有機物を野積みした場合の捕食性ダニ類の増殖を確認した。その結果としてふすまと籾殻の混合有機物には、ふすまと籾殻の混合比率に関係なくトビムシ類の発生が確認され、これを餌としてハダニ類の天敵となりうるトゲダニ科のダニが多く増殖した(第6表)。これを2とおりの方法でナスほ場に設置して捕食性ハダニ類の増殖について検討した。設置方法については、吊り下げ処理に比べ株元処理の方がトゲダニ科のダニの発生が多かった(第7表)。これは、吊り下げ処理では内部の有機物が乾燥する傾向があったのに対し、株元処理では湿った状態が維持されたことにより、コナダニ類、トビムシ類等の微小昆虫が発生し、それが捕食性ダニ類の増殖に有効に働いたと考えられた。

これらの試験結果をもとに、露地ナスほ場における実証試験を試みた。その結果、ブルーサルビア+ソルゴーおよび混合有機物を設置した体系防除区ではアザミウマ類、ハダニ類ともに低密度で推移した。慣行防除区と比べ各害虫に対する天敵が多く認められ(第8表)、アザミウマ類、ハダニ類の虫数に対する天敵の比率を約4~10倍にすることができた。また、散布回数を半分以下に削減しても慣行防除と被害程度を同等以下に抑えることができると考えられた。

本試験のナスで発生したアザミウマ類はダイズアザミウマであったが、ミカンキイロアザミウマやミナミキイロアザミウマなど他種が優占する場合についても今後検討が必要と考えられる。なお、体系化防除のブルーサルビアの効果は、開花開始時期に強く影響されるため、7月上旬に開花させることが重要と思われる。

ナス上でハダニ類の発生を抑制できた要因につ

いては、ほ場に持ち込んだ有機物中の捕食性ダニ類とナス上の捕食性ダニ類が同じかどうかは本試験では確認できていないが、有機物で増えた捕食性ダニ類がナス上で活動した、有機物で増えたニクダニ等がナス上のカブリダニ類を増強することになった、体系区における農薬の減少がナス上でカブリダニ類が働きやすい環境を作った、あるいはそれらの要因が総合的に働いた等の可能性が推測できる。

これらのことから、山口県内の露地ナス栽培における天敵温存植物を利用した総合防除を行うに当たっては、ナスの定植時期が4月下旬~5月下旬の場合、5月上旬にブルーサルビア、ソルゴーをほ場周辺に播種する必要がある。また、ハダニ類対策としてふすまと籾殻を1:1に混和した有機物を同時に野積みしておき、約1カ月後の7月上旬に網袋に180g程度を小分けして株元へ設置する。害虫密度が増加したり、他害虫の防除のため、薬剤防除を行う場合は、天敵に影響が少ないとされる農薬を選定して実施する。これらの技術により、害虫の農薬の抵抗性発達を回避した持続性のある防除対策が可能になると考えられる。今後は、この技術を、実際の栽培管理や労力を考慮して、より普及しやすい技術へと改善していきたい。

摘 要

山口県の露地ナス栽培では、天敵温存植物としてソルゴーの導入が増加している。しかしながら、ソルゴーは、アザミウマ類、ハダニ類の天敵増殖は難しい。そこで、アザミウマ類、ハダニ類の天敵を温存する植物及び有機物の活用方法について研究した。アザミウマ類の天敵であるヒメハナカメムシ類を比較的多く温存できる植物はブルーサルビアであった。また、ヒメハナカメムシ類はブルーサルビアの開花が早い場合に多かった。一方、ハダニ類の天敵である捕食性ダニ類を温存する有機物の設置技術について検討を行った。捕食性ダニ類の増殖は、ネットに入れたふすまと籾殻の混合物を、生息場所として株元に設置した場合に最も多かった。また、これらの技術を体系化して防除効果を実証した。その結果、体系防除区の防除効果は慣行防除区と同等で、化学農薬の散布回数

は慣行防除に比べ半分以下に減少した。山口県における露地ナスでの天敵温存植物等を用いた減農薬栽培技術は、ソルゴー、ブルーサルビアの植栽、およびふすまと籾殻の混合有機物設置の組み合わせがアブラムシ類、アザミウマ類、ハダニ類の総合防除体系として有効と考えられた。

引用文献

- 井村岳男・神川 諭. 2010. フレンチマリーゴールドのヒメハナカメムシ類温存植物としての可能性. 関病虫研究会報. 54:163-165.
- 亀代美香・兼田武典・阿部成人. 2011. 露地ナス圃場での天敵温存植物を利用した害虫防除. 近中四農研成果情報.
- 小磯愛美・伊藤彩華・坂巻祥孝・津田勝男. 2012. 天敵温存露地ナス栽培におけるフスマ施用及びコンパニオンプランツの天敵増強効果～トゲダニ亜目について～. 九病虫研究会報. 58 : 138.
- 古味一洋・川島一義・下八川祐司・塹江まほ. 2007. 土着天敵ヘヤカブリダニの保護・増強法. 日本ダニ学会誌. 16 : 40.
- 長森茂之. 2013. 野菜害虫の生物的防除のための捕食性天敵ヒメハナカメムシ類の保護に適した地被植物の選抜. 植物防疫. 67 : 8-13.
- 奈良県農業総合センター. 2012. 奈良県における土着天敵を活用した露地ナスの減農薬栽培技術マニュアル. 10-13.
- 富所康広・磯部宏治. 2010. 天敵温存植物で増殖したケナガカブリダニによるチャのカンザワハダニの密度抑制効果. 日本応動昆学会誌. 54:1-12.

中晩生カンキツ「せとみ」の長期貯蔵技術

兼常康彦・岡崎芳夫*・藤本敬胤**

Long-term Storage of the Medium-late Maturing Citrus 'Setomi'

Yasuhiko KANETSUNE, Yoshio OKAZAKI and Takatsugu FUJIMOTO

Abstract : This study focused on the long-term storage of 'Setomi', examining the effects of choice of MA packaging materials, degree of pretreatment before storage, harvesting times, and packaging methods. The results were as follows: Micropore film 'F', material with the highest gas permeability in this study, significantly reduced pericarp wilting, weight loss percentages and occurrences of calyx detachment in comparison to other materials used for individual packaging. It was observed that if 'Setomi' can be stored for approximately three months in no packaging considering that wilting of the pericarp occurs at 10% weight loss. Pretreatment to 3% weight loss or less reduced wilting of the pericarp, and decreased percentage fruit juice lost. 'Setomi' were packaged by twisting the neck of the micropore film bag twice to close it, wrapping the neck under and laying the 'Setomi' on top. This method demonstrated quality retention equal to individually package with a sealer. The fruit quality after harvest and storage tended to improve with later harvesting. However due to the occurrence of the calyx detachment in early-March harvests, early to mid-February should be considered the best time to harvest 'Setomi' for long-term storage in MA packaging.

Key Words : fruit quality, MA packaging, micropore film, rind disorder

キーワード : 果実品質, MA包装, 微細孔フィルム, 果皮障害

緒言

「せとみ」は、1981年に山口県農業試験場大島柑きつ試験場(現柑きつ振興センター)において、「清見」を母親に「吉浦ポンカン」を花粉親として育成された山口県オリジナルの品種である(宮田ら, 2003; 岡崎, 2009)。本品種は食味が良いために市場から高い評価を得ており、山口県果樹振興計画にも位置づけられ、周防大島町を中心に産地化に取り組んでいる。2012年度現在の栽培面積は62.4ha、出荷量123.5tであるが(県農業振興課調べ)、今後、成木化や栽培面積の増加によって、生産量の増加が予想される。現在の出荷時期は3~4月にかけてであり、「不知火」や「せとか」などの栽培面積が増加している他の中晩柑と出荷時期が競合する。このため、今後、「せとみ」の生産量が増え、需要と供給のバランスが崩れて価格

低下の懸念がある。

一方、月別の国産柑橘の卸売り数量と価格については、5月以降8月までの卸売り数量は減少し、卸売価格は上昇する(農林水産省平成21年度主要都市の月別卸売数量)。このため、出荷量の増加に対応した技術として、国産柑橘の端境期である5月以降に出荷可能な長期貯蔵法を開発する必要がある。

「せとみ」は2月上~中旬に収穫し、3~4月にかけて出荷されており、現在の貯蔵期間は1~2か月程度である。しかし、国産柑橘の端境期である5~8月に出荷するためには、貯蔵期間は4~6か月間にも及び、果実の減量、腐敗、さらには果皮障害の発生などが問題となる。

中晩柑の長期貯蔵において品質保持効果の高い方法は、プラスチックフィルムによる包装と低温貯蔵の組み合わせと言われている(宮田, 1999)。プラスチッ

*現在：柳井農林事務所・**現在：山口農林事務所

クフィルムによるMA包装は「川野ナツダイダイ」や「ハッサク」などで多くの研究が行われ、高湿度条件の維持やこはん症などの果皮障害の軽減、大量包装方法および有孔ポリ包装が報告され(宮田ら, 1982, 1983; 小野ら, 1978; 杉本ら, 2001)、実用化が進んでいる。

MA包装は、青果物をプラスチックフィルムで包装し、青果物の呼吸によってフィルム内のガス組成を低酸素、高二酸化炭素状態にして呼吸抑制し、鮮度を保持するものである。しかし、適切なガス調節が出来ない場合には、フィルム内のガス組成のバランスが崩れて異臭や腐敗を助長することもある(長谷川, 2001)。このような中で、近年、フィルム面に開けた穴の大きさや数によりガス透過性の調節が可能となった微細孔フィルムと呼ばれる包装資材が開発された。

カンキツでは、「不知火」において微細孔フィルムで包装し長期貯蔵した場合の糖度やクエン酸の推移、最適貯蔵温度について報告がある(相川ら, 2013; 榊ら, 2013)。また、井上ら(愛媛果試試験成績書, 2005)が「川野ナツダイダイ」および「河内晩柑」でそれぞれの品種に適した微細孔フィルムの選抜を試みている。しかし、微細孔フィルムを利用した報告はプラスチックフィルムに比べて少なく、「せとみ」における報告はない。

そこで、本試験では微細孔フィルム包装に低温を組み合わせた「せとみ」の長期貯蔵方法を開発するにあたって、包装資材の選抜、予措程度と包装方法並びに採収適期について調査を行い、いくつかの知見を得たので報告する。

材料および方法

1 MA包装資材の選抜

供試した果実は、当センター栽植の「せとみ」を2012年1月20日に採収し、3%程度の予措を行った後、3月5日まで不織布シート被覆でコンテナ貯蔵した果実を用いた。処理は、微細孔フィルム「D」および「F」区(材質ポリエチレン 厚さ0.025mm、大きさ縦270mm×横197mm ガス透過性 $D < F$)、市販のポリエチレン袋「ポリエチレン」区(材質ポリエチレン 厚さ0.025mm 大きさ縦380mm×横260mm)および無包装の無処理区の計4試験区とした。包装処理は、3月5日に各々の包装資材に果実を入れてシーラーで密封個包装した。包装後、ただちに温度8℃、湿度90

%の恒温恒湿庫に搬入し、8月6日まで貯蔵した。なお、試験は容量31.3L(486×329×深さ202mm)のコンテナに30果入れて、各試験区3反復で行った。

調査は、貯蔵開始前の糖度とクエン酸含量、8月6日まで約1か月ごとの減量歩合、出庫後の糖度、クエン酸含量とへた落ち、腐敗果などの果皮障害の発生程度について行った。

2 予措程度と包装方法の検討

2011年3月17日に採収した当センター産の果実を供試し、室温で0%、3%および6%予措した後、それぞれ微細孔フィルム「D」に果実を入れてシーラーで密封個包装し、温度8℃、湿度90%の恒温恒湿庫で8月11日まで貯蔵した。なお、試験の規模は前述の1と同様とした。

調査は、4月17日、6月16日および8月11日に減量歩合、糖度およびクエン酸含量を、出庫後の8月11日にこはん症および果皮の萎凋の発生程度について行った。

また、包装方法を検討するため、微細孔フィルム「C」(材質ポリエチレン 厚さ0.025mm、大きさ縦270mm×横197mm ガス透過性 $C < D < F$)の口を2回ひねり、その部分を折り曲げて果実の下に敷く「ひねり」区(第1図)を設け、対照としてシーラーで密封包装した「密封」区を設定した。貯蔵方法は、前述の予措試験と同様に行った。

調査は、5月から8月まで毎月毎に減量歩合を、8月に糖度とクエン酸を測定した。

3 採収時期と貯蔵性

供試果実は、当センター栽植の「せとみ」を用い、採収時期別の果実品質ならびに貯蔵性に関する調査を行った。採収時期は、2013年1月23日、2月12日、3月8日の3区とした。採収後に3%程度の予措を行い、微細孔フィルム「F」に果実を入れてシーラーで密封個包装し、温度8℃、湿度90%の恒温恒湿庫で8月9日まで貯蔵した。減量歩合を毎月、糖度およびクエン酸含量は採収時と8月に、へた落ち、腐敗の発生および果皮の萎凋は6月および8月に調査した。



第1図 微細孔フィルムの包装方法 (左:「ひねり区」、右:「密封区」)

結果

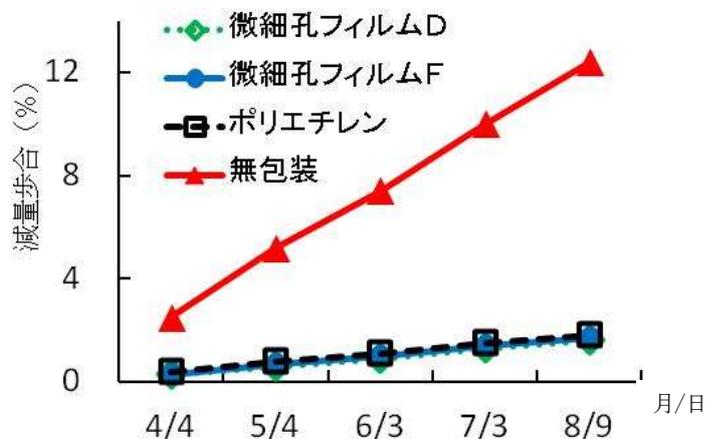
1 MA包装資材の選抜

包装資材の違いによる減量歩合の変化を第2図に、出庫後の果皮障害および果実品質を第1表に示した。

減量歩合は、無処理区に比べて微細孔フィルム区およびポリエチレン区で大幅に抑制され、その程度は無処理区で約3%/月であったのに対し、包装区で0.3~0.4%/月程度であった。なお、包装資材の種類による処理区間の差は認められなかった。果皮の萎凋についても同様の傾向で、無処理区では90%以上発生していたが、微細孔フィルム区およびポリエチレン包装区では発生が認められなかった。

へた落ちの発生は無処理区に比べて微細孔フィルムD区およびポリエチレン区で多く、微細孔フィルムF区においては無処理区との差が認められなかった。こはん症については、無処理区では20%程度発生したが、微細孔フィルム区およびポリエチレン区では発生が認められなかった。腐敗は、各処理区で1~9%発生したが、区間の差は認められなかった。

出庫後の糖度は貯蔵前と比べて包装区ではやや低下し、無処理区で増加した。一方、減酸は全ての区ですんだが、その程度に区間の差は認められなかった。



第2図 包装資材の違いが「せとみ」の減量歩合に及ぼす影響 (2012年)

第1表 包装資材の違いが「せとみ」の果皮障害と果実品質に及ぼす影響(2012年)

試験区	へた落ち (%)		こはん症 (%)		腐敗 (%)	果皮の萎凋 (%)		糖度 (Brix%)		クエン酸 (%)		
			指数	指数		3/4	8/9	3/4	8/9			
微細孔フィルムD	12.2	b ^z	0.0a	0.0a	3.3	0.0a	0.0a	13.9a			0.62	
微細孔フィルムF	3.3	ab	0.0a	0.0a	1.1	0.0a	0.0a	14.4	14.0ab	1.08	0.64	
ポリエチレン	23.3	c	0.0a	0.0a	4.4	0.0a	0.0a	13.7a			0.66	
無処理	1.1	a	22.1	b	7.4	b	8.9	91.5	b	46.4	b	0.67
有意性 ^y	*	*	*	*	n. s.	*	**	*	*	*	n. s.	

^zBonferroniの検定により同一英小文字間で有意差なし

^y** : 1%水準で有意差あり、* : 5%水準で有意差あり、n. s. : 有意差なし

2 予措程度と包装方法

予措程度の違いによる減量歩合の変化および出庫後のこはん症と果皮の萎凋を第2表に、果実品質の変化を第3表に示した。

予措程度の違いによる貯蔵中の減量歩合では、前回からの増加は貯蔵90日目では0.8~1.0%、146日目では0.8~1.0%程度で、予措程度の違いによる区間の差はほとんどなく、最初の予措処理による差が減量歩合の大小に反映されていた。すなわち、貯蔵期間をとおして減量歩合は予措6%区が最も大きく、次に3%区、最も小さいのが0%区であった。果皮の萎凋は、減量歩合が最も大きかった予措6%区で認められ、予措0%および3%区ではほとんど認められなかった。こはん症の発生は予措0%および6%区で認められたものの、その発生は軽微であった。出庫後の果汁成分については、糖度は貯蔵前と比べて全ての区で増加し、減酸は全ての区で進んだが、その程度に区間の差は認められなかった。

異なる包装方法で貯蔵した場合の減量歩合と果実品質を第4表に示した。

包装方法の違いによる減量歩合は同程度で、両区とも0.3~0.4%/月程度で、8月11日では1.3~1.4%であった。糖度およびクエン酸の区間における差はほとんどなかった。

第2表 予措程度が減量歩合、こはん症および果皮の萎凋に及ぼす影響 (2011年)

試験区	減量歩合 (%)			こはん症		果皮の萎凋	
	4/17(30日目)	6/16(90日目)	8/11(146日目)	(%)	指数	(%)	指数
予措 0%	0.7	1.7(0.97)	2.5(0.82)	4.5	1.5	0.0	0.0
予措 3%	3.2	4.2(0.98)	5.0(0.78)	0.0	0.0	1.9	0.6
予措 6%	6.0	6.8(0.81)	7.8(1.00)	3.3	1.1	12.6	4.2

() 内の数値：前回からの増加値

第3表 予措程度別の果実品質の推移 (2011年)

試験区	糖度 (Brix%)				クエン酸 (%)			
	3/16	4/17	6/18	8/11	3/16	4/17	6/18	8/11
予措 0%		17.0	17.1	15.8		0.93	0.77	0.67
予措 3%	15.8	16.5	17.2	17.5	1.13	1.09	0.81	0.77
予措 6%		18.1	17.5	17.5		1.08	0.82	0.72

第4表 包装方法の違いが減量歩合と果実品質に及ぼす影響 (2011年)

試験区	減量歩合 (%)				糖度 (Brix%)	クエン酸 (%)
	5/17	6/16	7/16	8/11		
ひねり	0.3	0.7	1.0	1.3	18.0	0.75
密封	0.3	0.7	1.1	1.4	17.3	0.77

糖度およびクエン酸は2011年8月11日に調査

包装資材：微細孔フィルム「C」 (ガス透過性 C < D < F)

3 採取時期と貯蔵性

採取時期別の減量歩合の推移を第5表に、へた落ちおよび果実品質を第6表に示した。

減量歩合は、3月上旬採取区では1月および2月採取区と比べて少なく、1月採取区および2月採取区では区間の差は認められなかった。なお、1か月毎の減量歩合の増加はいずれの処理区も0.4%程度であり、8月出庫時の萎凋は認められなかった。

へた落ちの発生は、6月ではほとんど認められなかったが、8月においては3月上旬採取区のみで認められた。腐敗の発生は、いずれの処理区でも認められ、6月では3%、8月では5%程度で、その発生程度に差は認められなかった。

果実品質については、採取時点の糖度は採取時期が遅くなるほど高く、クエン酸含量は低かった。8月の糖度は3月上旬採取区で1月下旬採取区と比べて高く、2月中旬採取区と同程度であり、クエン酸含量の区間差は認められなかった。

第5表 採収時期が「せとみ」の減量歩合に及ぼす影響 (2013年)

試験区	3月18日	4月16日	5月10日	6月10日	7月10日	8月9日
1/下採取	0.6	0.9 _{c^z}	1.2 _b	1.6 _b	2.0 _b	2.4 _b
2/中採取	0.4	0.7 _b	1.1 _b	1.6 _b	2.0 _b	2.5 _b
3/上採取		0.3 _a	0.7 _a	1.1 _a	1.5 _a	2.1 _a
有意性 ^y		*	**	**	*	*

単位：(%)

^zBonferroniの検定により同一英小文字間で有意差なし

^y**：1%水準で有意差あり、*：5%水準で有意差あり

第6表 採収時期がへた落ち、腐敗の発生および果実品質に及ぼす影響(2013年)

試験区	へた落ち (%)		腐敗 (%)		果皮の萎凋 (%)		糖度 (Brix%)		クエン酸 (%)	
	6月9日	8月9日	6月9日	8月9日	6月9日	8月9日	採収時	8月9日	採収時	8月9日
1/下採取	0.0	0.0 _{a^z}	3.3	4.4	0.0	0.0	14.3 _a	13.8 _a	1.62 _b	0.66
2/中採取	0.0	0.0 _a	3.3	5.6	0.0	0.0	15.3 _b	14.6 _{ab}	1.42 _{ab}	0.65
3/上採取	1.1	8.9 _b	3.3	4.4	0.0	0.0	15.8 _c	15.6 _b	1.23 _a	0.71
有意性 ^y	n. s.	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	**	**	**	n. s.

^zBonferroniの検定により同一英小文字間で有意差なし

^y**：1%水準で有意差あり、*：5%水準で有意差あり、n. s.：有意差なし

考 察

5～8月の国産柑橘の端境期に出荷可能な長期貯蔵技術として、「せとみ」の低温貯蔵における包装資材と貯蔵性との関係について検討した。包装処理区では、減量歩合が全ての区で0.4%/月程度と抑制され、果皮の萎凋も認められなかった。また、微細孔フィルム「F」ではへた落ちの発生がほとんど認められなかったが、「D」およびポリエチレンではへた落ちの発生が認められた。へた落ちの発生が認められたこれらの包装資材は微細孔フィルム「F」と比べてガス透過性が低いため、包装資材内のガス濃度は高炭酸ガス、低酸素状態であったと考えられる。このため、へた落ちの要因は包装資材内のガス濃度が影響していると推察されるが、さらに詳細な研究が必要である。以上の結果から、温度8℃・湿度90%の貯蔵条件下に微細孔フィルム「F」の個包装を組み合わせることで、減量歩合とへた落ちが抑制でき、8月までの長期貯蔵が可能となる。なお、無包装では減量歩合が約3%/月となり、果皮の萎凋が認められる減量歩合の目安を10%程度とすれば、無包装では3か月程度の貯蔵が可能と推察される。

「せとみ」の予措程度は、へた枯れやこはん症の発生が少ない3%が適当であると宮田ら(柑きつに関する試験成績, 2002)は述べている。一方、「不知火」では通常3～5%の予措を行うが、牧田(2002)は低

温でのポリ個装による長期貯蔵では5%の予措が適していると述べている。そこで、低温とMA包装を組み合わせた「せとみ」の長期貯蔵での予措程度を検討した結果、最も予措程度が大きい6%において、果皮の萎凋が認められたが、予措0または3%ではほとんど認められなかった。これらの結果は、強めの予措を「ハッサク」に行い、著しい萎凋が発生したという小川ら(1978)の報告と一致している。また、「せとみ」は「不知火」とは異なり果汁がやや少ないため、強度の予措は果皮の萎凋だけでなく、食味の点からもマイナスと考えられる。これらのことから、微細孔フィルムによるMA包装では、「せとみ」の予措程度は3%までが適していると考えられる。

微細孔フィルムの包装方法について検討した結果、「ひねり」と「密封」で減量歩合や果実品質にほとんど差は認められないことから、「ひねり」でも密封と同等の品質保持効果があると推察される。この「ひねり」では、複数年使用した場合の検証が今後必要であるが、2～3年程度の使用は問題ないと考えられ、包装資材のコスト削減が可能である。

「せとみ」の採収時期とMA包装処理した果実の貯蔵性については、3月上旬採取ではへた落ちがやや多くなり、1月下旬採取では8月の糖度が他の採収時期と比べて劣った。2013年1月26～27日にかけて-3℃以下が5時間続いている(下関地方気象台 安下庄アメダスデータ)、2月中旬および3月上旬採取の果

実はこの寒波に遭遇している。これらのことから、3月上旬採取でへた落ちが発生した要因としては寒波に遭遇したことに加え、2月採取と比べて成熟の進行が影響していたためと推察される。へた落ちの要因については、前述の包装資材内のガス障害の可能性も含め、低温や成熟程度との関係についても詳細に研究を進める必要がある。1月下旬採取で8月の糖度が低かった原因は、採取時の糖度が低かったことと貯蔵期間中の糖の消耗によるものと考えられる。以上の結果から、低温とMA包装を組み合わせた「せとみ」の長期貯蔵には、2月採取が適期と考えられる。

摘 要

「せとみ」の長期貯蔵において、MA包装資材の選抜、貯蔵前の予措程度、包装方法および採取時期の早晚が果実の貯蔵性に及ぼす影響を調査し、以下のような結果を得た。

- 1 温度8℃、湿度90%の貯蔵条件下で8月まで貯蔵した場合、ガス透過性がやや大きい微細孔フィルム「F」による個包装は減量歩合や果皮の萎凋を顕著に抑制し、へた落ちの発生も軽減した。なお、果皮の萎凋が認められる減量歩合を10%程度とすれば、無包装では3か月程度の貯蔵が可能であると考えられる。
- 2 予措程度を3%以下にすることで、果皮の萎凋が軽減された。果汁歩合の減少も抑制すると思われる。
- 3 包装方法については、微細孔フィルムの口を2回ひねり、その部分を折り曲げて果実の下に敷く「ひねり」が、シーラーによる密封個包装と同程度の品質保持効果を示した。「ひねり」は複数回使用できることから、包装資材のコスト削減が可能である。
- 4 採取後および貯蔵後の果実品質は、採取時期が遅いほど向上する傾向にあったが、3月上旬採取ではへた落ちの発生が認められるため、MA包装による長期貯蔵の採取適期は2月上～中旬と考えられる。

引用文献

- 相川博志・北園邦弥・藤田賢輔・榊英雄. 2013. カンキツ‘不知火’果実のMA包装資材活用による長期貯蔵技術第2報‘不知火’果実の長期貯蔵に適する温度. 熊本農研セ研報. 20 : 34-37.
- 長谷川美典. 2001. MA包装. p. 24-3-2~24-3-9. 農業技術体系果樹編第8巻共通技術. 農文協. 東

京.

- 牧田好高. 2009. 貯蔵果実と貯蔵の基礎. p. 355-370. 農業技術体系果樹編第1-I巻カンキツ. 農文協. 東京.
- 宮田明義・本田郁二・中村光夫・片川聖・寺沼公士. 1982. 中晩生カンキツ類の貯蔵に関する研究(第1報)川野ナツダイダイの貯蔵性に及ぼす採取時期ならびに被覆資材の影響. 山口農試研報. 34 : 55-63.
- 宮田明義・片川聖・寺沼公士. 1983. 中晩生カンキツ類の貯蔵に関する研究(第3報)ハッサク果実の採取時期、貯蔵処理ならびに出庫時の予措が品質に及ぼす影響. 山口農試研報. 35 : 91-101.
- 宮田明義. 1999. 微細孔フィルムによる「清見」の品質保持の可能性. 今月の農業. 43(11) : 39-43.
- 宮田明義・田中仁・岡崎芳夫. 2003. 高糖度で特徴的な食感の晩生カンキツ新品種‘せとみ(仮称)’の育成. 園学雑. 72別2 : 300.
- 小川勝利・坂井堅. 1978. 中晩カンキツ類の貯蔵に関する研究(第2報)ハッサクコハン症の発生に及ぼす予措及びポリエチレン包装の影響. 広島県果樹試験場研究報告. 5 : 27-38.
- 岡崎芳夫. 2009. せとみ. p. 352の60-352の67. 農業技術体系果樹編第1-I巻カンキツ : 農文協. 東京.
- 榊英雄・北園邦弥・藤田賢輔. 2013. カンキツ‘不知火’果実のMA包装資材活用による長期貯蔵技術第1報貯蔵中の果実の糖度およびクエン酸濃度の推移. 熊本農研セ研報. 20 : 26-33.
- 杉本健治・村上哲一. 2001. 中晩生カンキツ類の大量貯蔵技術の確立. 山口農試研報. 52 : 68-80.

夏季における夜間冷房期間および時期がバラの切り花品質に及ぼす影響

住居丈嗣

Effect of Shortening the Period of Night Cooling on the Quality of Rose Cut Flowers, in Summer

Takeshi SUMII

Abstract: This study was conducted to investigate the effect on quality of flowers in cut rose cultivation of changing the number of the weeks or time period of cooling during the growth period of cut roses in the summer.

It was possible to shorten the cooling period by three weeks without significantly decreasing the flower buds' length, however, considering both the length of the cut flowers and length of the flower buds four weeks or more of cooling was desirable.

Night cooling's benefits to flowers only extend to flowers that grow while exposed to night cooling.

Key Words: heat pump, stem length of cut flower, length of flower buds

キーワード: ヒートポンプ, 切り花長, 花蕾長

緒言

山口県内のバラ切り花生産は周年収穫作型が主流である。バラ切り花の営利生産における好適夜温は15~18°C、昼温は25~27°Cとされている(大川, 1999)ことから、本県のような温暖な気候の地域では夏季には栽培温室の換気と遮光を行うことで施設内の気温上昇を防いでいる。しかし、近年、気候温暖化の影響に伴う夏季の高温が問題となっている。山口県柳井市の気象庁アメダス観測地点のデータでは、2006~2010年までの8月の日最高気温平均値は32.0°C、日最低気温平均値は24.2°Cであり、日最高気温および日最低気温の平年値(1981~2010年の平均値)の31.6°Cおよび23.6°Cよりも高くなっている。このことから、この時期の気温はバラ生産の好適温度よりも更に高くなっており、温室内の冷却による昇温抑制対策が求められている。

一方、冬季には好適夜温を維持するため温室内を加熱するが、使用する重油価格が2005年頃から上昇し始め、2008年には平均価格は101.85円/Lにまで達した

(中国四国農政局山口農政事務所統計部, 2009・2011)ことから、燃油使用量削減を図るため効率のよい暖房装置としてヒートポンプが注目され始めた。本県バラ切り花生産農家へは2009年に多くの台数のヒートポンプが導入され、導入面積は約5.5haとなっている。ヒートポンプは、1台を暖房と冷房に兼用できることから、今後は、夏季において能力的に実施可能である夜間に冷房機としての利用が期待されている。しかし、ヒートポンプを冷房に利用した場合、その電気使用料金が経営の負担となってくる。

そこで、バラ切り花栽培において、夜間冷房期間および夜間冷房時期が切り花品質に及ぼす影響について調査したので、その結果を報告する。

材料および方法

試験は、花き振興センター(山口県柳井市)内のガラス温室(間口10m、奥行20m、軒高3m、棟高5.5m、南北棟)2棟で実施した。温室2棟のうち1棟を夜間冷房温室とし、空気熱源式ヒートポンプ4馬力(冷

房能力 10kw) を 2 台設置、ヒートポンプは設定温度 20℃で 17 時から翌日 8 時 30 分まで (15.5 時間) 稼働した。ヒートポンプ稼働時は温室の側窓および内張を全て閉めたが、温室内が 25℃を超える場合は天窓が開くようにした。なお、日中は全て開放し遮光率 60% の上部内張のみを閉めた。無処理温室は、日中については夜間冷房温室と同じ管理を行い、夜間も全て開放したままとした。

栽培様式は、ロックウール養液栽培、アーチング仕立てとした。幅 40~50 cm のベンチに、長さ 90 cm、幅 20 cm のプラスチック製畦畔板を 2 列に配置し、長さ 90 cm、幅 20 cm、高さ 7.5 cm のラッピングされたロックウールマットを各々の畦畔板の上に設置した。なお、夜間冷房の期間の設定は、ラッピングされたマットを下に設置した畦畔板と共に持ち上げ夜間冷房温室および無処理温室を移動することで行った。定植は、2010 年 3 月 18 日に、接ぎ挿し苗のスタンダード系品種「リバイバル」を、株間 15 cm、条間 20 cm の 2 条植えて行った (ロックウールマット 1 枚当たり 6 株定植)。養液管理はハイスピリット処方とし、養液の EC が 1.0~1.5mS/cm、給液量が 450~1,000mL/株・日となるようにした。

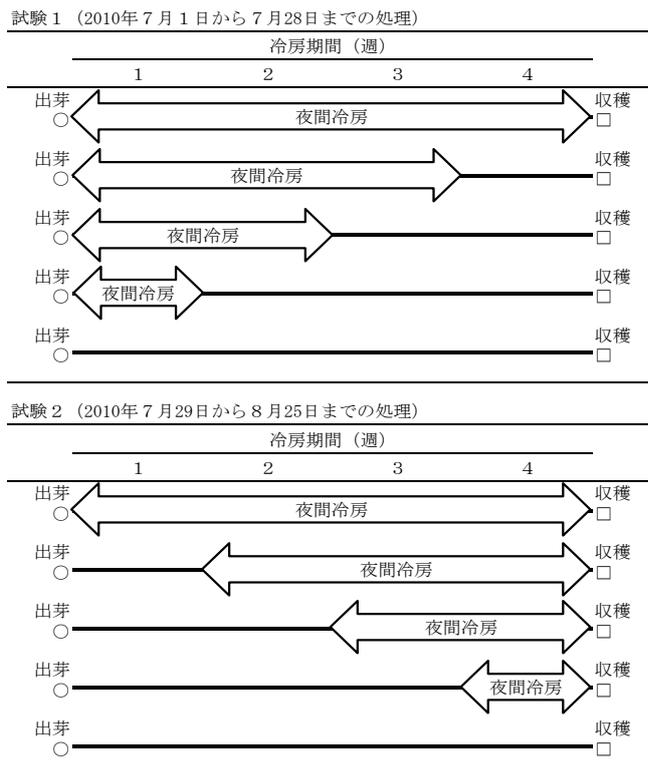
1 夜間冷房期間が切り花品質に及ぼす影響

同化専用枝は、定植後に伸長してきたシュートで 2010 年 5 月 18 日および 6 月 22 日に株元から折り曲げることによって確保した。

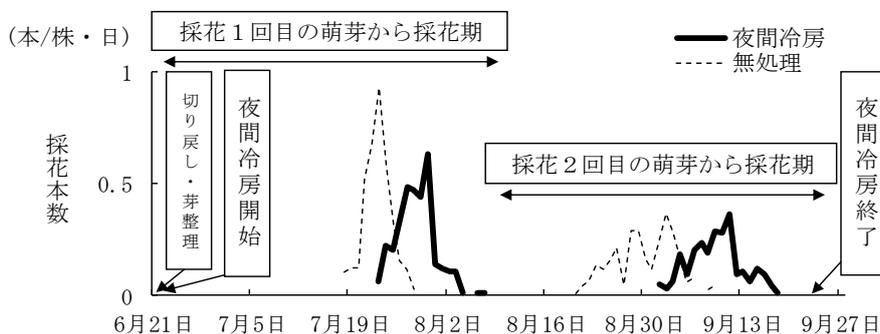
夜間冷房の処理方法は第 1 図のとおりとした。試

験 1 は、夜間冷房を 7 月 1 日から開始し、処理期間を 4 週間、3 週間、2 週間、1 週間および無処理とした。また、試験 2 は、処理期間を 7 月 29 日から 4 週間、8 月 5 日から 3 週間、8 月 12 日から 2 週間、8 月 19 日から 1 週間および無処理とし、夜間冷房の終了を同一の 8 月 25 日とした。

収穫調査期間は、試験 1 では 2010 年 7 月 20 日から 8 月 4 日まで、試験 2 では 8 月 21 日から 9 月 13 日までとした。試験規模は、1 区当たりロックウールマット 2 枚で 2 反復とし、調査株数は各区 12 株



第 1 図 2010 年の夜間冷房の処理方法



処理区	2011年 6 月 22 日から 8 月 4 日まで	8 月 5 日から 9 月 19 日まで
全期間冷房	← 夜間冷房 →	← 夜間冷房 →
1 回目採花のみ	← 夜間冷房 →	← 無処理 →
2 回目採花のみ	← 無処理 →	← 夜間冷房 →
無処理 (対照)	← 無処理 →	← 無処理 →

第 2 図 2011 年の夜間冷房の処理方法

夏季における夜間冷房期間および時期がバラの切り花品質に及ぼす影響

ずつとした。切り花調査は、花茎が40 cm以上に伸長した採花枝を対象とした。花蕾長については、蕾がバラにおける3番の切り前（フローリスト編集部，1994）の時に一番長い花弁の先端からがくの基部までの長さを測定した。

2 夜間冷房時期が切り花品質に及ぼす影響

同化専用枝は、2010年に供試した株から伸長したシュートを2011年5月16日から18日までに株元から折り曲げることで確保した。折り曲げ後に伸長したシュートは6月21日に一斉に切り戻し、芽整理を行い、その後伸長したシュートを採花枝として調査対象とした。

夜間冷房の処理方法は第2図のとおりとした。試験区は、夜間冷房期間が6月22日から9月19日までの全期間冷房区、6月22日から1回目の採花が終了した8月4日までの1回目採花のみ区、1回目採花終了後の8月5日から9月19日までの2回目採花のみ区および無処理区とした。

収穫調査期間は2011年7月20日から9月19日までとし、調査方法は2010年と同様とした。試験規模は、1区当たりロックウールマット2枚で6反復とし、調査株数は各区30株ずつとした。

結 果

1 夜間冷房期間が切り花品質に及ぼす影響

試験1では、到花日数には有意な差が見られなかったが、切り花長は4週間区が無処理区よりも、また、花蕾長は4週間および3週間区が無処理区よりも長くなった（第1表）。試験2では、切り花長には有意な差が見られなかったが、到花日数および花蕾長は3週間区が無処理区よりも長くなった（第2表）。

第1表 同一冷房開始日からの冷房期間が切り花品質に及ぼす影響²

冷房期間 ¹ (週)	到花日数 (日)	切り花長 (cm)	花蕾長 (cm)
4	36.8 a ^x	62.0 a	3.84 a
3	36.7 a	60.7 a b	3.77 a
2	36.2 a	59.4 a b	3.66 a b
1	33.8 a	57.9 a b	3.65 a b
無処理 (対照)	33.0 a	54.9 b	3.52 b

² 供試品種：「リバイバル」、収穫調査期間：2010年7月20日から8月4日まで

¹ 冷房開始日：2010年7月1日、ヒートポンプ設定温度：20℃、

冷房時間：17時から翌8時30分まで

^x 同一英字間には、Tukey法により5%水準で有意差なし（n=2）

第2表 冷房終了日を同一とした場合の冷房期間が切り花品質に及ぼす影響²

冷房期間 ¹ (週)	到花日数 (日)	切り花長 (cm)	花蕾長 (cm)
4	34.7 a b ^x	52.0 a	3.88 a b
3	36.9 a	50.0 a	3.93 a
2	33.6 a b	49.8 a	3.83 a b
1	33.2 a b	49.9 a	3.67 a b
無処理 (対照)	30.6 b	48.1 a	3.56 b

² 供試品種：「リバイバル」、収穫調査期間：2010年8月21日から9月13日まで

¹ 冷房終了日：2010年8月25日、ヒートポンプ設定温度：20℃、

冷房時間：17時から翌8時30分まで

^x 同一英字間には、Tukey法により5%水準で有意差なし（n=2）

2 夜間冷房実施時期が切り花品質に及ぼす影響

採花本数はいずれの時期においても夜間冷房処理の有無に関わらず同じであったが、到花日数、切り花長および花蕾長は夜間冷房により長くなった。1回目の採花では、その採花枝の伸長期間に夜間冷房を行った全期間冷房区および1回目採花のみ区の到花日数、切り花長および花蕾長は、採花枝の伸長期間に夜間冷房を行っていない2回目採花のみ区および無処理区よりも長くなった。2回目の採花においても、採花枝の伸長期間に夜間冷房を行った全期間冷房区および2回目採花のみ区の到花日数、切り花長および花蕾長は、採花枝の伸長期間に夜間冷房を行っていない1回目採花のみ区および無処理区よりも長くなった（第3表）。

考 察

高温により切り花品質が低下する原因としては、

第3表 夜間冷房時期が切り花品質に及ぼす影響²

処理区 ¹	採花1回目	到花日数 (日)	採花本数 (本/株)	切り花長 (cm)	花蕾長 (cm)	採花2回目	到花日数 (日)	採花本数 (本/株)	切り花長 (cm)	花蕾長 (cm)
	収穫日					収穫日				
全期間冷房	7月30日	39 a ^x	4.5 a	58 a	4.0 a	9月11日	43 a	3.9 a	57 a	4.0 a
1回目採花のみ	7月30日	39 a	4.1 a	58 a	4.0 a	9月5日	37 b	3.7 a	52 b	3.6 b
2回目採花のみ	7月24日	33 b	4.7 a	52 b	3.8 b	9月6日	43 a	3.3 a	58 a	4.0 a
無処理 (対照)	7月25日	34 b	4.6 a	53 b	3.8 b	9月1日	38 b	3.9 a	53 b	3.7 b

² 供試品種：「リバイバル」、収穫調査期間：2011年7月20日から9月19日まで

¹ ヒートポンプ設定温度：20℃、時間：17時から翌8時30分まで

^x 同一英字間には、Tukey法により5%水準で有意差なし（n=6）

高温での花芽分化促進によるシュートの葉節数の減少、呼吸による同化養分の消耗の激化が指摘されてい

る(嶋本, 1996)。夜温と呼吸の関係については、夜間の呼吸速度は採花枝、同化専用枝および台木同化専用枝のいずれの部位でも 20°Cが 25°Cと比較して小さくなる(梶原ら, 2009)という報告がある。本研究では、シュート(採花枝)の葉節数および呼吸速度について調査していないため、夜間冷房により切り花品質が向上した要因については特定することはできないが、外気温が 20°Cを上回る期間にヒートポンプを用い夜間冷房を行った結果、到花日数、切り花長および花蕾長が長くなった(第1、2、3表)。温度とバラのシュートの長さの関係については、低い温度で伸長したバラのシュートは高い温度で伸長したものより長くなり、シュートの長さは到花日数が長い方が短い場合よりも長くなった(Moe, 1972)という報告がある。本研究における夜間冷房実施期間中である8月の平均夜温(日没から日の出まで)および日平均気温を第4表に示した。夜間冷房を行うことで日平均気温も低下し、結果として夜間冷房を行った区の到花日数および切り花長が長くなったと仮定すると、上記報告の結果と一致する。温度とその他の切り花品質の関係については、切り花の茎径は供試した7品種のうち4品種で高夜温ほど細く、花卉は2品種以外で高温ほど小さくなる傾向にあった(水戸・万豆, 1973)、切り花重、葉面積、花高など「アサミ・レッド」の切り花品質は、夜冷によって明らかに向上した(二村ら, 2012)という報告がある。本研究では切り花長および花蕾長を切り花品質として調査したが、その他切り花品質として、夜間冷房を行うことにより花蕾、花卉および茎径等が無処理よりも大きいボリュームのある切り花が得られると考えられた。

夜間冷房期間が切り花品質に及ぼす影響について調査した結果、処理開始日を同一とし夜間冷房期間を変えた試験1と、処理終了日を同一とし夜間冷房期間を変えた試験2とで明確な差を確認することはできなかったが、どちらの試験も夜間冷房期間が3週間以上で到花日数、切り花長および花蕾長のいずれかが長くなる傾向にあった。切り花長は冷房期間4週間が、花蕾長は冷房期間3週間以上が無処理よりも長くなる傾向にあった(第1、2表)。このことから、切り花長および花蕾長の両方においてその効果を十分に得るためには4週間以上夜間冷房を行う必要があると考えられた。

切り花の市場卸売価格は時期により変動し、概ね7月と8月では低く9月になると上昇してくる傾向にあ

第4表 8月の温室内気温^z(2010年、2011年の平均値)

処理区	平均夜温 ^y (°C)	日平均気温(°C)
夜間冷房	20.7	25.7
無処理(対照)	25.3	28.5
温度差	-4.6	-2.8

^z 温室中心付近の地面から高さ1.5mの所にデータロガーを設置、5分間隔で測定

り、2008年の山口県内における卸売価格は7月と8月ではそれぞれ49円/本、51円/本、9月では68円/本であった(中国四国農政局山口農政事務所統計部, 2010)。そこで、販売価格が上昇してくる9月に採花、出荷を迎える採花枝に対してのみ夜間冷房を行う区(2回目採花のみ区)を設置し、比較対照として日最低気温が20°Cを上回る期間は夜間冷房を行う区(全期間冷房区)、7月と8月に採花、出荷を迎える採花枝にのみ夜間冷房を行う区(1回目採花のみ区)および無処理区の4区を設置し、夜間冷房時期が切り花品質に及ぼす影響について調査した。その結果、夜間冷房による品質向上効果は、夜間冷房実施期間中に伸長した採花枝のみで得られた(第3表)。牛尾(2008)は、採花枝の到花日数および切り花品質は、同化専用枝が生育する期間の温度環境の影響を受けるものの、採花枝が生育する期間の温度環境により強く依存していたと報告している。本研究では、同化専用枝は同一温度管理下で形成したものであるため、到花日数および切り花品質は、採花枝の伸長期間の温度環境のみに依存したものである。以上から、7~9月のいずれの時期でも、夜間冷房により品質向上効果が得られると考えられた。

摘 要

バラ切り花栽培において、夜間冷房期間および夜間冷房時期が切り花品質に及ぼす影響について調査した。

夜間冷房期間中に伸長し、採花したシュートでは、冷房しない条件下で栽培したものよりも切り花長および花蕾長が長くなり品質が向上した。

品質向上効果を得るためには、4週間以上夜間冷房を行う必要があると考えられた。

品質向上効果は、いずれの時期でも、夜間冷房実施期間中に伸長した採花枝のみで得られた。

引用文献

- 中国四国農政局山口農政事務所統計部. 2009. 第55
次山口農林水産統計年報（平成19～20年）.
p. 149.
- 中国四国農政局山口農政事務所統計部. 2010. 第56
次山口農林水産統計年報（平成20～21年）.
p. 162-163.
- 中国四国農政局山口農政事務所統計部. 2011. 第57
次山口農林水産統計年報（平成21～22年）.
p. 145.
- フローリスト編集部. 1994. 改訂版 花の切り前.
p. 40-61. 誠文堂新光社. 東京.
- 梶原真二・伊藤純樹・勝谷範敏・藤原朋子. 2009. 高
温によるバラの収量および品質低下に関する研
究. 近畿中国四国農研報. 14 : 59-63.
- 水戸喜平・万豆剛一. 1973. バラの切花生産に及ぼ
す夜温の影響. 静岡農試研報. 18 : 82-93.
- 二村幹雄・山口徳之・池内 都・和田朋幸・大石一
史. 2012. 夏期高温時の超微粒ミスト噴霧と夜
間冷房がバラ切り花の収量・品質に及ぼす影響.
愛知総農試研報. 44 : 53-59.
- 大川 清. 1999. バラの生産技術と流通. p. 316. 養
賢堂. 東京.
- Roar Moe. 1972. Effect of Daylength Light
Intensity, and Temperature on Growth and
Flowering in Roses . J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97
: 796-800.
- 嶋本久二. 1996. 収量・品質を左右する要因と技術対
応. p. 313. 農業技術大系花卉編7. 農文協. 東
京.
- 牛尾亜由子. 2008. バラ同化専用枝葉の光合成能力の
発達と維持に関する研究. 花き研報. 8 : 15-40.

カーネーションの採花同時切り戻し2年切り栽培技術の開発

松井香織・松本哲朗・霜鳥博史*

Two Year Continuous Cultivation of Carnations by Harvesting at Lower Positions and Pruning

Kaori MATSUI, Tetsurou MATSUMOTO and Hirohumi SHIMOTORI

Abstract : This study examined continuous cultivation of carnations for two years in order to reduce seeding costs and the workload of yearly planting.

This two year continuous cultivation reduced frequency of flower death and time required for pruning.

Cultivation continues past Mother's Day on the remaining stalks until the entire crop is pruned, after which flowers can be cut again in their second year.

From mid-May to mid-June harvested flowers are cut 10cm from the ground. After this month of harvesting at a lower position than usual, the entire crop is cut to a height of 20cm in mid-June. This results in a lower death late.

The two year continuous cultivation method yields 1.4 times more carnations in a year than standard cultivation, without a decrease in flower quality.

Reducing the density of carnations per square meter from 30 to 20 reduced the required labor. Using this method, plantation working hours were reduced by 49% in the second year.

Key Words : moment for pruning , number of cut flowers , flower quality , death late , plantation working

キーワード : 切り戻し時期、収穫本数、切り花品質、枯死株率、植え替え作業

緒言

山口県におけるカーネーション栽培は、6月下旬に苗を定植し、10月から翌年5月まで収穫する作型が一般的である。株は1年ごとに植え替えるため、5月下旬に収穫を終了した後、株を引き抜いて次作の準備を行う。年内に収穫を開始するには7月中旬までに定植作業を終える必要がある。ほ場の片付けや定植準備および定植作業は、全労働時間の10%程度ではあるが、短期間に作業が集中しており、生産者にとって大きな負担となっている。

一方近年、カーネーションは、輸入切り花の増加や景気の低迷の影響を受け単価が低下している。そのため生産者はコスト削減や収量増加に向けて取り組んでいる。コスト面では特に、種苗費が経営費の約20%を占めており、他品目と比較して種苗コストが高い。そ

のため、コストの削減、定植作業の分散化および省力化を実現するため、同じ株で2年間栽培を継続する2年切り栽培が検討されてきた。

本県でも、以前、2年切り栽培の導入が検討されたが、切り戻した株が枯死することや整枝作業の労力負担が大きいといった問題があり、2年切り栽培の普及までには至らなかった。

そこで、本試験では枯死株率が低く、かつ省力的な2年切り栽培技術の確立を目指し、5月以降も継続して収穫をした後に、残りの枝を一斉に切り戻して株を更新する切り戻し技術を検討した。一斉切り戻し日までの1ヵ月間を、地際から10cmの低位置で収穫し、一斉切り戻し時に切り戻す量を減らすことで、枯死株率の低下を試みた。また本技術における最適な切り戻し時期や水分と施肥管理について検討し、2年切り栽培技術の開発を試みたので、その概要について報告する。

*現在：農業振興課

材料および方法

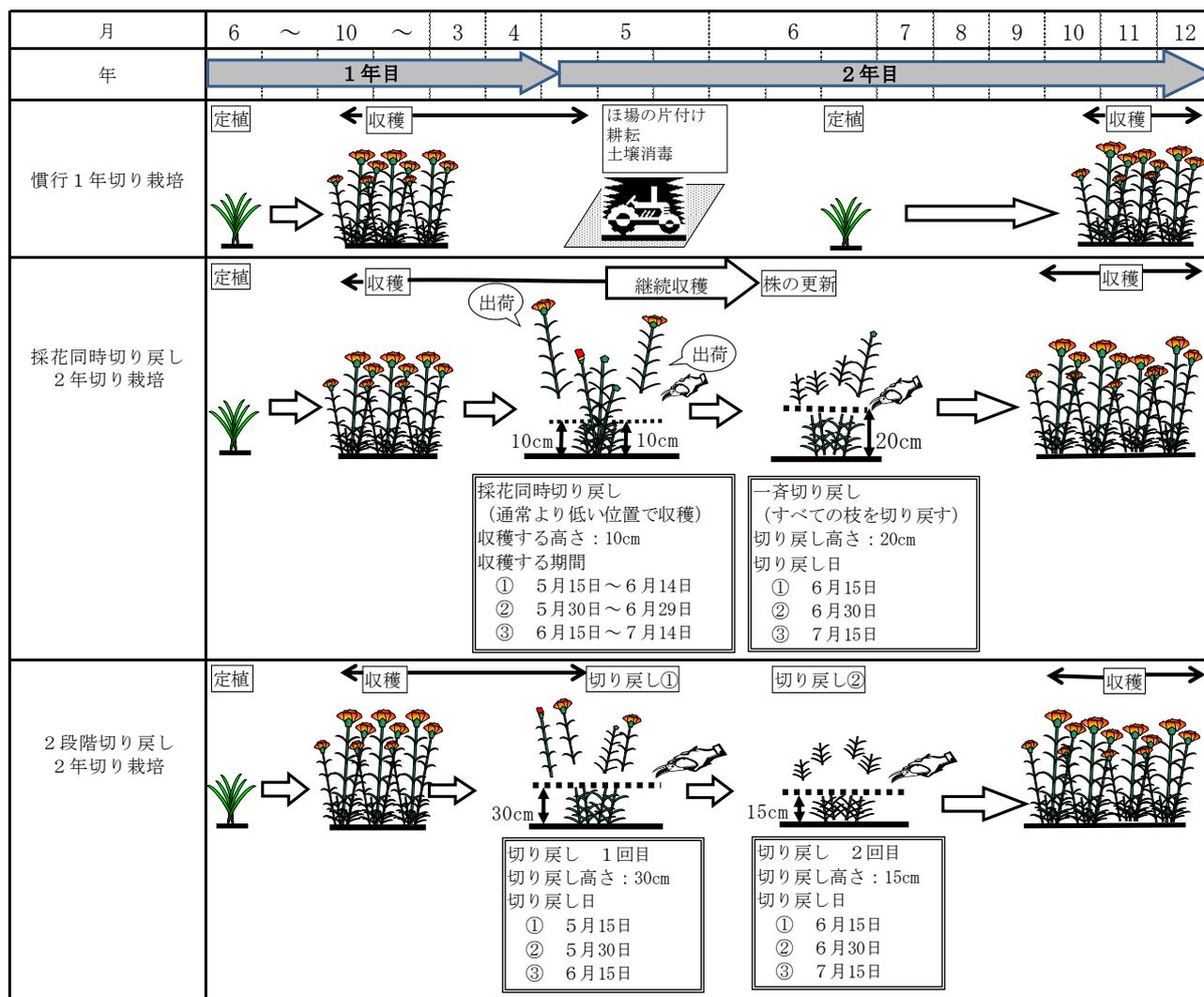
試験1：切り戻し方法および切り戻し時期が収穫本数と切り花品質に及ぼす影響

花き振興センター内温室（フッ素系フィルム）で試験を実施した。品種はスプレー系品種「チェリーテッシノ」を供試した。2007年7月10日に発根苗を90cm幅の隔離ベッドに10cm角9目のフラワーネット中3条抜ききの6条、株間20cmで定植した。7月中旬に主茎を5節でピンチして4本の側枝を仕立て、8月中旬に2本を修正ピンチした。養水分管理は点滴かん水同時施肥法（養液土耕栽培）で行い、年間約60kgの窒素成分施肥量とした。温度管理は、夏季は側窓を開放して自然換気とし、冬季は最低夜温12℃になるように管理した。

2年間の栽培および切り戻し方法を第1図に示した。

慣行1年切り栽培は本県の主な作型で、1年ごとに株を植え替える栽培方法である。5月下旬から6月にかけて、前作の株の引き抜きや耕耘等の定植準備を行った後、6月下旬に定植した。7月中旬に主茎を5節でピンチして4本の側枝を仕立て、8月中旬に2本を修正ピンチした。11月頃から翌年5月の母の日まで収穫し、その後すぐに株を引き抜き、また新たに株を定植する。

2年切り栽培は採花同時切り戻し法（以下、採花同時法）と2段階切り戻し法（以下、2段階法）の2つの切り戻し法を用いた。採花同時法と2段階法ともに株を更新するため、地際から一定の高さで株を切りそろえる一斉切り戻しの作業を行う。一斉切り戻し後、同じ株で2年間栽培を継続する。採花同時法は、一斉切り戻しまでの1ヵ月間、地際から10cmの高さで収穫して栽培を継続し、一斉切り戻し日に残りすべての側枝を高さ20cmで切り戻した。本試験では一斉切り戻し日を6月15日、6月30日、7月15日の3水準とした。



第1図 試験1の栽培方法

2段階法は、最初に30cmの高さで1回目の切り戻しを行い、1ヵ月後に15cmの高さで2回目の切り戻しを行った。本試験では、2回目の切り戻し日を、採花同時法の一斉切り戻し日と同じ6月15日、6月30日、7月15日の3水準とした。一斉切り戻し後は両処理区とも、切り戻しの約2ヵ月後に6本に側枝を仕立て、うち2本を修正ピンチした。施肥と温度管理は1年目と同様に管理した。慣行栽培は、2008年6月30日に定植、定植方法およびその後の管理は2007年と同様とした。試験規模は1区30株とし、切り戻し後の枯死株率と3節以上の萌芽数、2008年5月15日から2009年5月15日の期間の収穫本数と切り花品質を調査した。

試験2：切り戻し時期の水分および施肥管理が切り戻し後の生育に及ぼす影響

花き振興センター内温室（フッ素系フィルム）で試験を実施した。品種はスタンダード系品種「フランセスコ」を供試し、2009年6月17日に発根苗を定植した後、2010年2月24日に7寸ポットに1株/鉢ずつ移植した。2010年5月15日から6月14日まで地際から10cmの高さで収穫し、6月15日に地際から15cmの高さで一斉に切り戻した。切り戻し期間の前後1ヵ月、すなわち2010年5月15日から7月15日の水分と施肥管理を以下のように行った。水分管理は、pF1.5（以下、多湿区）、pF1.8（以下、標準区）およびpF2.2（以下、乾燥区）の3水準とした。各区にポット用のpFメータを設置し、設定したpF値を上回ったときにかん水を開始するよう管理した。施肥管理は、土壌分析に基づいて施肥をする標準区、標準区に対して施肥量を25%減少させた少肥区と50%増加させた多肥区の3水準とした。週に1回、標準区の溶脱水を採取して分析し、溶脱水中の硝酸態窒素濃度が3mg/Lを下回ったときに追肥した。鉢溶脱水の採取方法は、最初に蒸留水100mlを流す。その30分後に50mlの蒸留水を流し、このとき鉢底から流出した液を採取、分析した。溶脱水は毎回3鉢から採取した。少肥区と多肥区の追肥は標準区の追肥時にあわせて行った。

試験規模は1区10株とし、切り戻し直後の葉枚数、3節以上の萌芽数、葉色および出液量、切り戻し1ヵ月後の枯死株率、草丈および3節以上の萌芽数、切り戻し後の収穫本数と切り花品質を調査した。

試験3：切り戻しの高さおよび2年目の整枝方法が切り戻し後の生育に及ぼす影響

花き振興センター内温室（フッ素系フィルム）で試験を実施した。品種はスプレー系品種「アールグレイ」を供試した。2009年6月30日に発根苗を定植した後、2010年5月15日から6月14日まで地際から10cmの高さで収穫し、6月15日に一斉に切り戻しを行った。その際、一斉に切り戻す高さを10cm、15cmおよび20cmの3水準とした。

切り戻し後、1株当たり6芽に整枝する方法と6条植えの中2条の株を引き抜く方法の2水準とした。株を引き抜いた場合の整枝作業は行わなかった。試験規模は1区18株とし、切り戻し後の枯死株率と3節以上の萌芽数、切り戻し後の収穫本数、切り花品質および作業にかかる労働時間を調査した。

結果

試験1：切り戻し方法および切り戻し時期が収穫本数と切り花品質に及ぼす影響

採花同時法の枯死株率は、一斉切り戻し日がいほど低く、6月15日区では0%、6月30日区では7%、7月15日区では10%であった。2段階法では6月30日区のみ枯死がみられ、枯死株率は3%であった（第1表）。

第1表 切り戻し方法および切り戻し時期が枯死株率に及ぼす影響

切り戻し方法	切り戻し時期	枯死株率 ^z (%)
採花同時法	6月15日	0
	6月30日	7
	7月15日	10
2段階法	6月15日	0
	6月30日	3
	7月15日	0
慣行栽培	なし	0

z 30株調査

切り戻し後の萌芽数は、採花同時法と2段階法ともにすべての区で1株当たりの目標の萌芽数である6本を確保できた。採花同時法と2段階法ともに切り戻し日が遅くなるほど萌芽数が増加する傾向にあった（第2表）。

第2表 切り戻し方法および切り戻し時期が切り戻し後の萌芽数に及ぼす影響

切り戻し日	調査日	整枝日	採花同時法			2段階法		
			分枝 ^z	株元 ^y	合計	分枝	株元	合計
6月15日	8月15日	8月22日	5.8	1.6	7.3	8.2	2.1	10.3
6月30日	8月29日	9月3日	7.0	2.0	9.0	8.6	2.9	11.4
7月15日	9月17日	9月17日	7.9	1.4	9.3	10.6	1.7	12.2

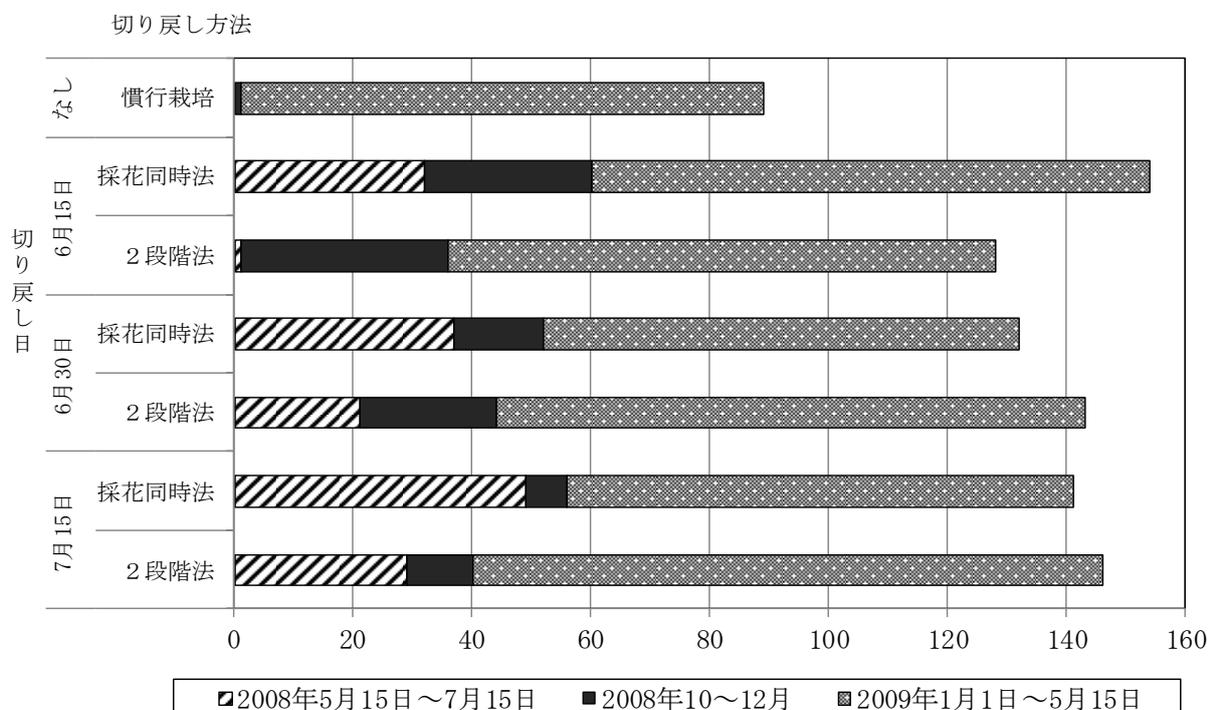
z 切り戻し後、側枝から発生した芽数

y 切り戻し後、株元から発生した芽数

調査株数：30株

収穫本数は、採花同時法と2段階法のすべての区で慣行栽培を上回った。採花同時法では6月15日の切り戻し処理が最も収穫本数が多く、慣行栽培の1.4倍に

増加した。一斉切り戻し日までの収穫本数は、採花同時法のほうが2段階法より多かった(第2図)。



第2図 切り戻し方法および切り戻し時期が収穫本数に及ぼす影響

一斉切り戻し前の切り花品質は、いずれの区も出荷基準である切り花長60cm以上であった。採花同時法と2段階法ともに切り戻し日が遅くなるほど、切り花長が短く、切り花重が軽く、有効花蕾数が少なくなる傾向にあった。定植直後の慣行栽培と5月15日に1回目の切り戻しを行った2段階法の6月15日に切り戻す区は、この期間に収穫する切り花がなかった。

一斉切り戻し後の切り花品質は、採花同時法と2段階法は、慣行栽培に比べて同等以上の品質であり、切

り戻し日が遅いほど切り花重が重く、下垂度が小さく、5節茎が太く、有効花蕾数が多くなる傾向にあった(第3表)。

第3表 切り戻し方法および切り戻し時期が切り花品質に及ぼす影響

切り戻し方法	切り戻し日	一斉切り戻し前 (2008年5月15日～7月15日)			一斉切り戻し後 (2008年10月～5月15日)				
		切り花長 (cm)	切り花重 (g)	有効花蕾数 ^z (輪)	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	下垂度 ^y (度)	5節径 ^x (mm)	有効花蕾数 (輪)
採花同時法	6月15日	79.7	45.2	6.4	92.9	32.3	10.7	3.8	4.2
	6月30日	79.2	46.8	6.2	91.7	35.8	8.4	4.1	4.8
	7月15日	74.1	38.2	5.9	84.8	36.4	5.3	4.0	4.5
2段階法	6月15日	—	—	—	88.7	32.0	10.4	3.9	4.0
	6月30日	74.8	49.5	—	90.7	30.9	9.9	4.0	4.1
	7月15日	67.9	43.6	6.5	84.2	36.2	6.2	4.2	4.7
慣行栽培	なし	—	—	—	90.3	30.2	10.6	4.0	3.7

z 花蕾の先端が割れ、花卉が見える蕾の数

y 花首から45cmの位置を支点として水平に保ち、花の頂点の水平線からの下垂を5度単位で計測

x 花首から5節目の中央部のもっとも太い径

試験2：切り戻し時期の水分および施肥管理が切り戻し後の生育に及ぼす影響

水分管理では、多湿区で茎からの出液量が減少した。そのほかの調査項目には差はなかった。収穫本数は

標準区が最も多かった。切り花品質は下垂度が標準区で多湿区より小さくなったが、その他の品質に差はなかった(第4表)。

第4表 切り戻し時期の水分管理が切り戻し後の生育および切り花品質に及ぼす影響

栽培管理	切り戻し4日後 ^z				切り戻し1ヵ月後 ^y			切り花品質				
	葉枚数 (枚/株)	萌芽数 ^x (本/株)	葉色 ^w	出液量 ^v (mL)	枯死株率 (%)	草丈 (cm)	萌芽数 (本/株)	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	下垂度 ^u (度)	茎径 ^t (mm)	収穫本数 (本/株)
乾燥	72.6	3.3	49.7	0.095	0	29.4	18.1	73.6	24.6	10.3	4.0	7.7
標準	59.7	3.1	48.0	0.091	0	26.4	20.2	80.7	29.8	8.0	4.4	8.9
多湿	66.3	3.1	48.5	0.051	0	28.7	16.3	82.2	22.1	15.8	3.6	7.5

z 切り戻し4日後の調査日：2010年6月19日、y 切り戻し1ヵ月後の調査日：2010年7月10日

x 萌芽数：株あたりの3節以上の芽数を調査、w 葉色：SPAD-502Plus測定値

v 出液量：カーネーションを地際から2～3cmの高さで切り、茎断面からの出液を脱脂綿で2時間採取し、測定した

u 下垂度：花首から45cmの位置を支点として水平に保ち、花の頂点の水平線からの下垂を5度単位で計測

t 茎径：花首から5節目の中央部のもっとも太い径

施肥管理では、切り戻し直後の葉色が多肥区で濃くなった。切り戻し1ヵ月後の萌芽数が少肥区で減少した。収穫本数は標準区が最も多かった。切り花品質は、

下垂度が標準区で少肥区より小さくなったが、その他の品質に差はなかった(第5表)。

第5表 切り戻し時期の施肥管理が切り戻し後の生育および切り花品質に及ぼす影響

栽培管理	切り戻し4日後 ^z				切り戻し1ヵ月後 ^y			切り花品質				
	葉枚数 (枚/株)	萌芽数 ^x (本/株)	葉色 ^w	出液量 ^v (mL)	枯死株率 (%)	草丈 (cm)	萌芽数 (本/株)	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	下垂度 ^u (度)	茎径 ^t (mm)	収穫本数 (本/株)
少肥	55.1	2.1	48.7	0.062	10	27.9	12.3	77.5	23.5	13.3	3.8	7.8
標準	59.7	3.1	48.0	0.091	0	26.4	20.2	80.7	29.8	8.0	4.4	8.9
多肥	73.2	2.8	56.4	0.107	0	26.8	22.7	77.6	22.6	10.0	3.8	7.8

z 切り戻し後直後の調査日：2010年6月19日、y 切り戻し1ヵ月後の調査日：2010年7月10日

x 萌芽数：株あたりの3節以上の芽数を調査、w 葉色：SPAD-502Plus測定値

v 出液量：カーネーションを地際から2～3cmの高さで切り、茎断面からの出液を脱脂綿で2時間採取し、測定した

u 下垂度：花首から45cmの位置を支点として水平に保ち、花の頂点の水平線からの下垂を5度単位で計測

t 茎径：花首から5節目の中央部のもっとも太い径

試験3：2年目の整枝方法および切り戻しの高さが切り戻し後の生育に及ぼす影響

地際から20cmの高さで一斉に切り戻した場合に、収穫本数が最も多かった。整枝方法の違いに関わらず、枯死株はいずれの処理区でも発生しなかった。整枝時間は、株ごとに整枝する場合、切り戻し位置が高くなるほど増加したが、株の引き抜きの場合は切り戻し位置による大きな差はなく、株ごとに整枝する場合に比べて著しく短かった(第6表)。

切り花品質について、切り花長は15cmと20cmの高さで切り戻した後に株を引き抜いて整枝した区で短く

なったが、その他の項目は整枝方法による差はなかった。整枝方法が同じ場合は切り戻し位置による差はなかった(第7表)。

採花同時法の植え付け作業時間は、慣行栽培と比べ、前作の株の引き抜き、ほ場の片付け、耕耘、土壌消毒、定植準備、定植および摘心の7作業が省略できた。しかし、収穫期間の延長による収穫作業、一斉切り戻し、整枝作業か株の引き抜きの3作業が増加した。その結果、採花同時法で、株ごとに整枝をした区では慣行栽培に比べて12%、株を引き抜いた区では慣行栽培に比べて49%の作業時間を削減できた(第8表)。

第6表 整枝方法と整枝時間の比較

整枝方法	切り戻し位置	萌芽数 (本/株)	整枝時間 (18株当たり)	整枝後の芽数 (本/0.36㎡)	整枝後の 枯死株率 ^z (%)	収穫本数 ^y (本/0.36㎡)
6芽/株ごとに 整枝	10cm	12.4	17分05秒	102	0	63
	15cm	14.2	26分32秒	96	0	79
	20cm	12.0	29分44秒	102	0	105
6条の中2条の 株を引き抜き	10cm	12.3	3分27秒	179	0	115
	15cm	13.6	2分16秒	212	0	111
	20cm	9.9	3分08秒	154	0	142

調査日：2010年9月14日

z 整枝後の枯死株率は、整枝作業後に枯死した株数を調査

y 収穫本数は切り戻して整枝した後、2010年10月～2011年5月15日の期間を収穫本数を調査

第7表 整枝方法と切り戻し位置が切り花品質に及ぼす影響

整枝方法	切り戻し位置	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	下垂度 ^z (度)	5節径 ^y (mm)	有効花蕾数 ^x (輪)
6芽/株ごとに 整枝	10cm	83.4	32.2	5.0	3.4	3.9
	15cm	75.6	29.4	6.1	3.6	3.7
	20cm	80.9	30.5	6.4	3.6	4.1
6条の中2条の 株を引き抜き	10cm	76.9	34.9	4.8	3.6	3.8
	15cm	69.8	30.0	5.4	3.2	3.5
	20cm	69.6	28.2	7.4	4.4	4.1

z 花首から45cmの位置を支点として水平に保ち、花の頂点の水平線からの下垂を5度単位で計測

y 花首から5節目の中央部のもっとも太い径

x 花蕾の先端が割れ、花弁が見える蕾の数

第8表 2年目の植え付け作業時間の比較

	引き抜き	片付け	耕耘	土壌消毒	定植準備	定植	一斉切り戻し までの 収穫作業	一斉 切り戻し	摘心	引き抜き	整枝	合計	合計時間 の比較 ^z
採花同時切り戻し栽培 (株を引き抜き)	—	—	—	—	—	—	30	7	—	5	—	42時間	51%
採花同時切り戻し栽培 (1株ごと整枝)	—	—	—	—	—	—	30	7	—	—	36	73時間	88%
慣行栽培	8	6	6	18	15	8	—	—	8	—	14	83時間	100%

調査場所は花き振興センター、作業時間は温室1棟、200㎡

z 慣行栽培の合計作業時間を100%として、採花同時切り戻し栽培の作業時間を比較した

考 察

カーネーションの2年切り栽培においては、切り戻し後の枯死株の発生が大きな問題となっており、その要因のひとつとして切り戻しによる悪影響が考えられている。この対策として、兵庫県の山中らは2回に分けて切り戻すことにより枯死株率を低下させる2段階切り戻し法を報告している。本試験では、枯死株率を抑える方法として、一斉切り戻し日までの1ヵ月間通常より低い位置で収穫することで、段階的に切り戻していく採花同時切り戻し法の開発に取り組んだ。採花同時法による2年切り栽培を行った結果、切り戻し後の枯死株率は、6月15日の一斉切り戻し処理で2段階法と同等の枯死株率0%となった。6月30日の処理では7%、7月15日の処理では10%と、切り戻し日が遅くなると枯死株率が上がった。その要因の一つとして、一斉切り戻し日が遅くなるほど、一斉切り戻しを行う時期の気温が高くなったことが考えられる。

萌芽数はすべての区で1株当たり6本という目標数を確保することができた。切り戻し時期が遅いほど増加する傾向にあったが、これは切り戻し後の生育時期の違いが要因のひとつと考えられる。今後、さらなる枯死株率の低下や切り戻し後の生育向上のためには温度管理の検討も必要と考えられる。

収穫本数においては、採花同時法による6月15日の一斉切り戻し処理は、同時期に切り戻しを終えた2段階法の収穫本数を上回ることができた。2段階法では1回目の切り戻しの時期に収穫が終了するが、採花同時法では2段階法の2回目の切り戻しにあたる一斉切り戻し日まで、収穫期間を1ヵ月間延長することができ、そのことが収穫本数の増加につながった。また、採花同時法による6月15日の一斉切り戻し処理は、採花同時法による6月30日と7月15日の切り戻し処理の収穫本数を上回ることができた。市村らが、切り戻しの時期が遅くなると2年目の開花時期も遅くなり、年内の収穫本数が低下したと報告しているが、採花同時法でも同様の傾向を示したことが要因と考えられる。採花同時法の6月15日の一斉切り戻し処理では、一斉切り戻しまでの収穫本数は6月30日と7月15日の一斉切り戻し処理よりも少ないが、切り戻し後の年内の収穫本数が大きく上回り、そのことが合計の収穫本数の増加につながった。

切り花品質は、慣行栽培と同等以上であり、切り戻しが遅いほど向上する傾向がみられた。これは、カーネーションの生育に好適な温度は昼温15~20℃、夜温

10℃程度であることから、本県のカーネーション栽培では秋に収穫する一番花の品質がやや低く、冬に向けて品質が向上していくことが要因と考えられる。切り戻しが遅くなると年内の収穫本数が減少するが、開花時期が遅くなることで、比較的品質の良い切り花が収穫できると考えられる。しかし、いずれの処理区の切り花も出荷基準を満たすものであり、収益向上につながると考えられる。

以上の結果、採花同時法を用いる場合は、枯死株率が低く、収穫本数が最も多いことから、一斉切り戻しの時期は6月中旬が適すると考えられる。

枯死株が発生する要因のひとつに、水分と施肥の管理が影響すると考えられている。本試験では水分管理をpF1.8、施肥管理を標準にしたときに生育が良かった。慣行栽培では1年で栽培を終えて株を引き抜くために、4月頃から水分と施肥を控えるが、2年目も栽培を継続する場合は、それ以前と同様の水分と施肥の管理を行う必要があると考えられる。萌芽数や切り花品質の確保のためにも施肥管理は重要である。また、切り戻し前までかん水を継続することで水分ストレスが軽減され出荷可能本数が確保できるという報告もあり、水分ストレスによる根の傷みが、2年目の収穫本数に影響を及ぼした可能性が高い。また、かん水方法の違いが収穫本数に及ぼす影響は定植2年目からが大きいという報告もあり、水分管理は2年切り栽培では特に重要と考えられる。

一斉切り戻し時の切り戻し位置では、切り戻し位置が高いほど萌芽数は多くなったが、切り戻し後の芽数を確保するために高い位置で切り戻しを行うと、芽数の増加に伴い整枝時間が増加するという弊害がある。本試験では、株を引き抜くことで面積当たりの芽数を調整すると、整枝作業の負担が軽減されることが明らかになった。株を引き抜いても、面積当たりの収穫本数が減少しなかったのは、栽植密度が低下し、受光態勢が向上したことと、整枝作業による株への悪影響が少なかったためと考えられる。カーネーション栽培においては栽植密度が切り花品質に影響を及ぼす要因の一つであり、これまで栽植密度の違いによる生育の比較が検討されている。今後は2年切り栽培に適した栽植密度の検討も必要と考えられる。

2年切り栽培を導入することで、2年目開始時、株の引き抜き等のほ場の片付け作業、耕耘、土壌消毒等の作業が省略できる。一方、一斉切り戻し日まで収穫作業は継続し、その後の整枝作業が必要となる。採花

同時法に株の引き抜き整枝を組み合わせることにより、整枝作業が低減でき、これらにより慣行栽培に比べて49%の労働時間の省力化が可能となることが示された。

以上の結果、採花同時法の導入により、カーネーション栽培の経営改善が期待できる。

山中正仁・岩井豊通・宇田明. 2007. カーネーション2年切り栽培における2回切り返し法が生育、収量および切り花品質に及ぼす影響. 近畿中国四国農業研究. 10 : 16-19.

摘 要

カーネーション栽培において、安定的に2年間栽培を継続できる2年切り栽培法として、「採花同時切り戻し2年切り栽培技術」を新たに開発した。本技術は、一斉に株を切り戻す前の1ヵ月間、慣行より低い位置で収穫した後に一斉に株を切り戻す方法である。

慣行栽培での収穫終了後、母の日から6月中旬まで通常より低い地際から10cmの高さで収穫を継続した後に、地際から20cmの高さで株を一斉に切り戻すことで、枯死株率が低くなり、収穫本数は慣行の毎年植え替える1年切り栽培に比べて1.4倍に増加した。切り花品質は慣行栽培と同等以上であった。

切り戻し時の水分および施肥管理は通常の慣行栽培と同様に管理することで、切り戻し後の収穫本数が増加した。

採花同時切り戻しによる2年切り栽培に株の引き抜き整枝を組み合わせることで植え付け作業と整枝作業を省力化することができ、2年目の植え付け作業時間が49%削減できた。

引用文献

- 土井典秀. 1999. 夏秋切りスプレーカーネーション2年据え置き栽培. 園学雑. 68別2 : 384.
- 市村勉・高城誠志・浅野昭. 2001. カーネーションの切り戻しによる長期栽培に関する研究(第一報) 切り戻し位置・切り戻し時期・切り戻し後の栽培温度および長日処理が開花期および切り花品質に及ぼす影響. 茨城農総七園研報. 9 : 17-22.
- 市村勉・高城誠志・浅野昭. 2002. カーネーションの切り戻しによる長期栽培に関する研究(第二報) 栽植密度・反射マルチ・灌水方法・切り戻しの有無及び採花位置が収量及び品質に及ぼす影響. 茨城農総七園研報. 10 : 22-28.
- 沼尾貴延. 2012. カーネーションの2年切り栽培の確立. 栃木農試研報. 68 : 41-49.

放牧牛を利用した耕作放棄地の牧草地化技術の開発

引田久美子*・藤井友子・島田芳子**

Pasture Establishment Techniques Using Grazing Cattle in Abandoned Cultivated Lands

Kumiko HIKITA, Tomoko FUJII and Yoshiko SHIMADA

Abstract : In abandoned cultivated lands where it is difficult to introduce large machinery, pasture establishment requires significant cost and effort.

This study examined low-cost and labor-saving pasture establishment techniques.

Grazing cattle were fed bahiagrass seeds and their defecation patterns were used to seed bahiagrass to abandoned cultivated lands.

Results showed that pasture establishment techniques which used grazing cattle were very low-cost and labor-saving, but required more than three years. Conversely, pasture establishment techniques which used cell transplant seedlings of centipedegrass allowed establishment in a short period of time, but were high cost and required significant labor.

These results suggest that these two techniques should be used in combination according to the circumstances.

Key Words : low-cost ,labor -saving, defecation patterns, bahiagrass, centipedegrass

キーワード : 低コスト, 省力的, 排ふん行動, バヒアグラス, センチピードグラス

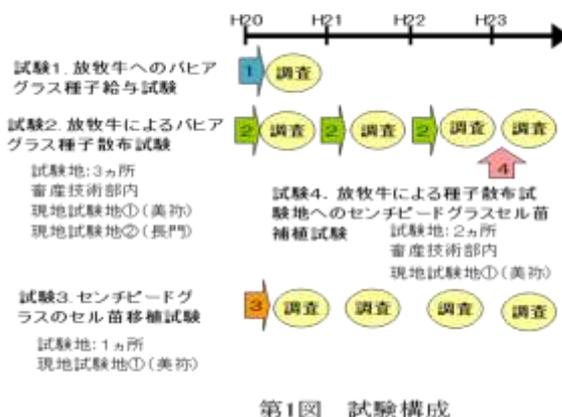
緒言

耕作放棄地は草量が安定せず、継続的な放牧利用が困難で、景観も良くないが、これを牧草地造成するには、大型機械と多大な費用・労力が必要となる。

そこで、大型機械の導入が困難な条件不利地において、放牧牛を利用して、より省力的かつ低コストに牧草地化を図ることを目的に、放牧牛に暖地型シバ型草種であるバヒアグラスの種子を給与し、そのふん中に排出された種子による牧草地化技術の開発に取り組んだ。

材料および方法

試験概要を第1図に示した。



試験1 放牧牛へのバヒアグラス種子給与試験

放牧牛にバヒアグラス種子を給与し、ふん中に排出された種子が発芽するかを確認するために実施した。

1) 試験期間

2008年度

2) 供試牛

黒毛和種雌牛 1頭

*現在：長門農林事務所・**現在：畜産振興課

3) 調査項目

100 g ふん中から回収された種子数、およびその発芽率を調査した。

4) 試験方法

供試牛にふすまとバヒアグラス種子各 1 kg を混合して給与し、給与後 56 時間まで経時的に調査した。

試験2 放牧牛の排ふんによるバヒアグラス種子散布試験

放牧牛にバヒアグラス種子を給与し、ふん中に排出された種子からバヒアグラスが生育し、牧草地化することを実証するため、現地試験を実施した。

1) 試験期間

試験期間 2008～2010 年度
調査期間 2008～2011 年度

2) 試験地

畜産技術部内のほ場、現地試験地①（美祢）及び現地試験地②（長門）とした。

試験地により、面積、放牧頭数、放牧圧が異なるため、試験地の概要を第1表に示した。

3) 調査項目

植被度、定着箇所数、株の長径及び短径を調査した。

なお、植被度とは、放牧地の一部を 2 m × 2 m の枠で囲い、枠内を 100% とした時に各植物種が占める割合を示す。

4) 試験方法

毎年6月中旬～7月初旬、放牧地1回あたり、バヒアグラス種子1kgとふすま1kgを混合して給与した。給与回数1日おきに6回とし、給与後は2週間以上放牧を継続した。

試験3 センチピードグラスのセル苗移植試験

放牧地内の裸地部の早期改善を目的に、暖地型シバの一種で、広がり早く、嗜好性が高いセンチピードグラスのセル苗移植試験を実施した。

1) 試験期間

試験期間 2008 年度
調査期間 2008～2011 年度

2) 試験地

現地試験地①（美祢）、試験2のほ場内の別区で、約 50 m² の裸地部とした。

3) 調査項目

植被度を調査した。

4) 試験方法

(1) センチピードグラス育苗方法

a : ピートモス（約2.5L）とまさ土を1:1で混合し、緩効性肥料10gを混合する。

b : a で作成した混合土約2kgを128穴セルトレイに入れる。

c : セルトレイ1枚あたり2gの種子を少量のaで作成した混合土と混和し、全体に覆土するように播種する。

d : 播種終了後、十分な灌水を行う。これ以後、毎日、朝、夕2回の灌水を行う。

e : 発芽後はセルトレイの下に角材を敷き、根を空気に曝し、草高約5cmまで育苗する。播種からの育苗期間は約60日である。

(2) センチピードグラス移植方法

a : 移植場所は他の植物が生えていない裸地部を選択する。

b : 移植時期は6月下旬～7月上旬の梅雨時期とし、移植した苗を過乾燥から守る。

c : 杭などで、縦横20cm間隔で苗が入る穴を開ける。

d : 穴にセル苗を入れ、足で踏みつけ、強く押し込む。

第1表 放牧牛の排ふんによるバヒアグラス種子散布試験地の概要

試験地	面積 (h a)	放牧頭数 (頭)	種子給与頭数 (頭)	調査項目	調査箇所数 (カ所)	放牧圧
畜産技術部内	0.1	2	2	植被度	9	低い
現地試験地① (美祢)	1.5	21	7	植被度	9	非常に高い
現地試験地② (長門)	1.2	4	4	定着箇所数 株の長径・短径	放牧地全体	高い

試験4 放牧牛の排ふんによるバヒアグラス種子散布 試験地へのセンチピードグラスのセル苗補植試験

試験3によりセンチピードグラスのセル苗移植による裸地部の改善が早期に可能であったことから、試験2における放牧牛の排ふんによるバヒアグラス種子散布試験区のうち、牧草地化には期間を要すると判断した試験区の一部にセンチピードグラスのセル苗を補植し、より早期の牧草地化を図った。

1) 試験期間

試験期間 2011年度

調査期間 2011年度

2) 試験地

畜産技術部内のほ場及び現地試験地①(美祢)の裸地部とした。

3) 調査項目

植被度を調査した。

4) 試験方法

試験実施3年経過後もバヒアグラスの植被度が50%に満たない、試験2の試験地の裸地部に、育成したセンチピードグラスのセル苗移植を行った。

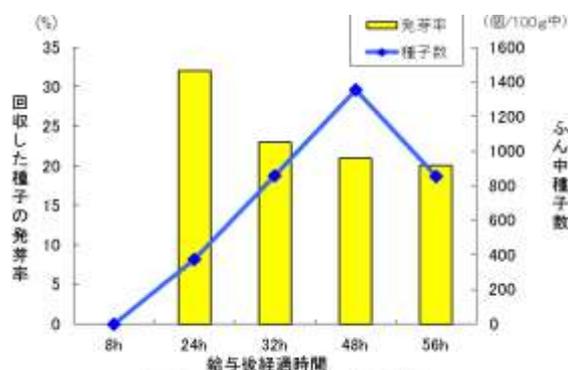


第3図 ふんから発芽したバヒアグラス

結果および考察

試験1 放牧牛へのバヒアグラス種子給与試験

100gのふん中から回収した種子数およびその発芽率を第2図に示した。回収種子数は、給与後48時間で最大の1,353個となったが、省力化等を考慮した場合、放牧牛への給与は1日おきに行うことが望ましいと考えられた。また、回収された種子の発芽率は20~30%程度とやや低いものの、発芽することを確認した(第3図)。



第2図 100gふん中回収種子数と発芽率

試験2 放牧牛の排ふんによるバヒアグラス種子散布試験

この試験で使用した、バヒアグラスは暖地型シノ型草種の一つであり、丈夫な地下茎を持つため、干ばつや放牧牛に踏まれても強いという特徴がある。

種子の給与時期を梅雨時期としたため、ふんから発芽したバヒアグラスは過乾燥を避けることができ、発芽したバヒアグラスはふん中にあるため、牛の採食から守られ(不食過繁草)、より定着が進んだものと考えられた。

以下に各試験地の成績を示す。

畜産技術部内のほ場及び現地試験地①(美祢)の植被度の推移を第2表に、現地試験地②(長門)の定着箇所数、株の長径及び短径の平均値を第3表に示した。

畜産技術部内のほ場では、バヒアグラスの植被度は1年目は16%であったが、3年後には11%に低下した。これは、試験地の放牧圧が低い状況にあったため、バヒアグラスが背の高い雑草との競合に競り負け、被度が低下したものと考えられた。

現地試験地①(美祢)では、バヒアグラスの植被度は1年目に11%、3年目には32%と時間の経過に伴い、着実に増加した。これは試験地の放牧圧が非常に高い状況にあったため、雑草の草高が低く抑えられ、バヒアグラスの広がりが増進したと考えられた。第4図に3年目の現地試験地①(美祢)の写真を示した。バヒアグラスの特徴である二股に割れた穂が多数確認され、バヒアグラス主体の牧草地に向かっていると考えられ、草高も低く、良好な景観となった。

現地試験地②(長門)では、定着箇所数は1年目42カ所であったものが、3年目には3倍以上の139カ所となり、株の長径および短径の平均値も2倍以上となった。この試験地も放牧圧が比較的高い状況であったため、バヒアグラスの広がりが増進したと考えら

れた。



第4図 放牧牛の排ふんによるバヒアグラス種子散布
試験開始から3年経過した現地 試験地①
(美祢)

試験3 センチピードグラスのセル苗移植試験

センチピードグラスのセル苗移植後の植被度の推移を第4表にした。センチピードグラスの広がり早く、移植後1年でセンチピードグラスの植被度が50%を超え、3年目には77%となり、裸地は改善され、センチピードグラス主体の牧草地となった。第5図に移植前の試験地、第6図に移植後3年目の試験地の写真を示した。移植前には裸地であった部分が、移植後3年目にはほぼ全面センチピードグラスで覆われた状態となっている。

第2表 放牧牛の排ふんによるバヒアグラス種子散布試験における植被度の推移

(%)

試験地	2009年度		2010年度		2011年度	
	全植物	バヒアグラス	全植物	バヒアグラス	全植物	バヒアグラス
畜産技術部内	75.6	16.0	88.7	7.8	54.3	11.0
現地試験地① (美祢)	69.4	11.2	67.2	20.2	73.9	31.9

第3表 放牧牛の排ふんによるバヒアグラス種子散布試験における定着箇所数及び株の長径・短径

試験地	2009年度		2010年度		2011年度	
	定着箇所数 (カ所)	長径×短径 (cm)	定着箇所数 (カ所)	長径×短径 (cm)	定着箇所数 (カ所)	長径×短径 (cm)
現地試験地② (長門)	42	21.0×15.3	86	32.8×23.4	139	47.4×34.4

第4表 センチピードセル苗移植試験における植被度の推移

(%)

試験地	2009年度		2010年度		2011年度	
	全植物	センチピードグラス	全植物	センチピードグラス	全植物	センチピードグラス
現地試験地① (美祢)	63.3	54.5	76.5	74.4	84.6	77.1



第5図 移植前の試験地



第6図 移植後3年経過した試験地

試験4 放牧牛の排ふんによるバヒアグラス種子散布試験地へのセンチピードグラスのセル苗補植試験

センチピードグラスのセル苗補植前後における試験地の植被度の推移を第5表に示した。

畜産技術部内のほ場では、補植前のバヒアグラスの植被度は20%であったが、補植後はバヒアグラスとセンチピードグラスを合わせた植被度が63%となり、シバ型草種主体の牧草地化に向かった。

現地試験地①（美祢）においても、補植後はバヒアグラスとセンチピードグラスを合わせた植被度が40%以上で、全植物が占める植被度74%の過半数となった。

試験3の結果から、センチピードグラスの広がりには早く、今後も順調にシバ型草種主体の牧草地化が進むものと考えられた。

第6表に、10aあたりのコスト及び作業時間の比較を示した。

放牧牛の排ふんによるバヒアグラス種子散布法は、牧草地化に3年以上を要するが、低コストで非常に省力的であった。センチピードグラスのセル苗移植法は3年以内に牧草地化が図れたが、コストが高く、各種作業、移植に多くの労力負担を必要とした。

以上の結果から、放牧牛の排ふんによるバヒアグラス種子散布法とセンチピードグラスのセル苗移植（補植）法を併用することにより、最低限のコストと労力で、比較的早期のシバ草地化が可能であることが分かった。

第5表 放牧牛の排ふんによるバヒアグラス種子散布試験地裸地部へのセンチピードグラスセル苗補植における植被度の推移

(%)

試験地	補植実施前		補植実施後	
	全植物	バヒアグラス	全植物	バヒアグラス+センチピードグラス
畜産技術部内	38.0	20.0	85.5	63.0
現地試験地① （美祢）	73.9	31.9	74.0	40.2

放牧牛を利用した耕作放棄地の牧草地化技術の開発

第6表 コスト及び作業時間の比較 (10a当たり)

放牧牛の排ふんによるバヒアグラス種子散布法				センチピードグラスのセル苗移植法			
合計	601円			合計	28,700円		
必要経費	内訳	バヒアグラス種子	400g 588円	内訳	センチピードグラス種子	400g	5,880円
		フスマ	400g 13円		ピートモス	250L	14,900円
					緩効性肥料	2kg	2,660円
					防根透水シート	200枚	600円
					セルトレイ	200枚	2,700円
					育苗箱	200箱	1,960円
(セルトレイ・育苗箱は、10回使用のため価格の1/10を計上)							
0時間				合計 33.3時間			
作業時間	(日常作業内)			内訳	育苗作業	2人・15時間	
					灌水作業	1人・5分×20日間	
					移植作業	3人・16.7時間	

※いずれも、現地試験地①(美祿)における1年当たりのデータ

摘要

大型機械の導入が困難な条件不利地において、より省力的かつ低コストに、牧草地化を図るため、放牧牛を利用した牧草地化技術の開発に取り組んだ。

- 1 放牧牛の排ふんによるバヒアグラス種子散布法は、牧草地化まで3年以上の比較的長期間を要するが、非常に省力的かつ低コストであった。
- 2 センチピードグラスのセル苗移植法は、コストと労力を要するものの、裸地部が確実に改善され、3年後にはセンチピードグラス主体の牧草地となった。
- 3 ほ場の状況により、上記の二方法を併用することで、より早期の牧草地化が可能となった。
- 4 放牧牛の排ふんによるバヒアグラス種子散布法を実施する際の留意点として、初期生育が遅く、雑草との競合に弱いため、放牧圧は常に高めに保ち、草地全体の草高を低く維持することが必要である。

引用文献

- 北川美弥. 2012. ふん上移植を利用した省力的なシバ草地化技術に関する研究. 畜産技術. 681:6-10.
- 日高亜紀. 2007. 牛の放牧時排糞を利用したノシバ播種法. 近畿中国四国農業研究成果情報. 2006:281-282.

鶏糞を活用した飼料作物栽培における低コスト施肥技術

秋友一郎・藤井友子・岡村由香*・谷崎 司

Low-cost Fertilization Technology in Forage Crop Cultivation Utilizing Poultry Manure Compost

Ichiro AKITOMO, Tomoko FUJII, Yuka OKAMURA and Tsukasa TANIZAKI

Abstract : This study examined fertilization methods utilizing poultry manure compost and their costs in Sudan grass and Italian ryegrass cultivation.

Looking at two ways of applying the fertilizer nitrogen determined by the forage crop cultivation. The first method is applying poultry manure compost as the base fertilizer nitrogen component and ammonium sulfate as the additional fertilizer nitrogen component. The second is applying poultry manure compost as the total amount of both the base and additional nitrogen component during the base application phase. In both methods, both Sudan grass and Italian ryegrass produced dry matter yield at or above Yamaguchi Prefecture's minimum target yield.

The application of additional fertilizer generally increased the nitrate nitrogen concentration of the crop body in both Sudan grass and Italian ryegrass, especially in the second harvest.

Using poultry manure compost for the base fertilizer reduced costs by 32-35% and using it for base and additional fertilizer reduced costs by 70% compared to standard practice.

Increasing the amount of poultry manure compost did not increase dry matter yield.

Key Words : additional fertilizer, base fertilizer, nitrate nitrogen, poultry manure compost

キーワード : 追肥、基肥、硝酸態窒素、鶏糞

緒 言

本県では、採卵鶏、肉用鶏あわせて約380万羽が飼養されており、その排泄物は主に肥料として活用されているが、コストをかけて廃棄物として処理されているものもある。一方、作物生産現場では、循環型農業への意識向上や近年の肥料価格高騰対策として、肥料成分濃度の高い鶏糞を肥料として有効活用することが望まれている。

そこで本試験では、鶏糞の種類や施用方法の違いが、スーダングラス及びイタリアンライグラスの収量等に及ぼす影響を調査し、飼料作物における鶏糞を活用した低コスト施肥技術について検討した。

材料および方法

1 試験期間

○試験Ⅰ：鶏糞の種類と施用方法が飼料作物の生育に及ぼす影響

2010年6月～2012年9月

○試験Ⅱ：鶏糞の種類と施用量が飼料作物の生育に及ぼす影響

2013年10月～2012年9月

2 試験場所

山口県農林総合技術センター
畜産技術部内ほ場（下8）

3 試験の構成（冬作、夏作共通）

1) 鶏糞の種類

採卵鶏、肉用鶏

*現在：企画流通課

鶏糞を活用した飼料作物栽培における低コスト施肥技術

2) 鶏糞の施用方法

(1) 試験 I

区名	基肥	追肥	
		伸長期	1 番刈後
全量基肥区	播種時に全量鶏糞		
追肥併用区	鶏糞	硫安・塩化カリ	
慣行区	栽培基準※に準ずる		

(2) 試験 II

区名	基肥	追肥	
		伸長期	1 番刈後
鶏糞1.5倍区	播種時に全量鶏糞		
鶏糞2.0倍区	播種時に全量鶏糞		
慣行区	栽培基準※に準ずる		

※ (山口県農林水産部, 2012)

3) 鶏糞の成分含有量 (現物当たり: %)

区分	全窒素	石灰	苦土	加里	りん酸
採卵鶏糞	2.7	14.5	1.5	3.3	4.9
肉用鶏糞	3.7	5.4	1.1	3.4	3.2

4 耕種概要

1) 1 区面積

4 m² (2m×2m)、3 反復、乱塊法

2) 供試草種(品種)及び播種量

スーダングラス(スーダングラス乾草): 8kg/10a

イタリアンライグラス(ワセユタカ): 3kg/10a

3) 播種期

スーダングラス: 2010 年 6 月 10 日

2011 年 6 月 9 日

2012 年 7 月 21 日 (試験 II)

イタリアンライグラス: 2010 年 10 月 27 日

2011 年 10 月 27 日

(試験 I、II)

4) 施肥量 (kg/10a)

鶏糞の肥効率は、「鶏糞の全窒素含有率(%)×10」%とした(山口県農林総合技術センター, 2013)。

(1) 試験 I

スーダングラス

全量基肥区

基肥: 鶏糞で窒素成分量 25kg 相当量

追肥併用区

基肥: 鶏糞で窒素成分量 10kg 相当量

追肥: N-P-K=5-0-4 (播種 1 か月後)

追肥: N-P-K=5-0-4 (1 番刈後)

慣行区

基肥: N-P-K=10-20-25

追肥: N-P-K=5-0-4 (播種 1 か月後)

追肥: N-P-K=5-0-4 (1 番刈後)

イタリアンライグラス

全量基肥区

基肥: 鶏糞で窒素成分量 21kg 相当量

追肥併用区

基肥: 鶏糞で窒素成分量 10kg 相当量

追肥: N-P-K=5-0-4 (3 月)

追肥: N-P-K=6-0-6 (1 番刈後)

慣行区

基肥: N-P-K=10-18-10

追肥: N-P-K=5-0-4 (3 月)

追肥: N-P-K=6-0-6 (1 番刈後)

(2) 試験 II

スーダングラス

鶏糞 1.5 倍区

基肥: 鶏糞で窒素成分量 37.5kg 相当量

鶏糞 2.0 倍区

基肥: 鶏糞で窒素成分量 50.0kg 相当量

慣行区

試験 I と同様

イタリアンライグラス

鶏糞 1.5 倍区

基肥: 鶏糞で窒素成分量 31.5kg 相当量

鶏糞 2.0 倍区

基肥: 鶏糞で窒素成分量 42.0kg 相当量

慣行区

試験 I と同様

5) 刈取時期

スーダングラス:

2010 年 8 月 12 日

(1 番草・穂ばらみ〜出穂期)

9 月 21 日 (2 番草・穂ばらみ期)

2011 年 8 月 24 日

(1 番草・出穂始〜乳熟前期)

10 月 8 日 (2 番草・伸長期)

2012 年 9 月 24 日

(1 番草・伸長期) (試験 II)

イタリアンライグラス

2011 年 5 月 8 日 (1 番草・出穂期)

6 月 2 日 (2 番草・出穂期)

2012 年 5 月 7 日 (1 番草・穂揃い〜開花期)

5月30日(2番草・出穂～穂揃い期)

5 調査項目

1) 試験Ⅰ、Ⅱ

乾物収量、作物体中の硝酸態窒素濃度

2) 試験Ⅰのみ

飼料一般成分、土壌化学成分(アンモニア態窒素、硝酸態窒素、交換性石灰、交換性苦土、交換性加里、可給態りん酸)、散布コスト

6 試験期間中の気象概況

1) スーダングラス生育期間(6月上旬～10月上旬)

(1) 2010年

a 日平均気温

期間を通して平年より高めに推移し、8月下旬から9月中旬はかなり高く推移した。

b 降水量

6月12日に梅雨入りした。6月上中旬は平年より少なく、7月中旬は記録的な大雨となった。梅雨明けは7月17日であった。

梅雨明け後は、平年よりかなり少なく推移した。

c 日照時間

梅雨期間中は平年より少なめに推移し、梅雨明け後は、平年よりかなり多めに推移した。

(2) 2011年

a 日平均気温

期間の前半は平年より高い日が多かった。9月中旬に高くなった他は概ね平年並みで推移した。

b 降水量

6月5日に梅雨入りした。7月9日の梅雨明けまで概ね平年よりやや多めに推移した。7月中旬から8月中旬までは平年よりかなり少なかった。8月下旬から9月中旬は平年よりかなり多くなった。

c 日照時間

梅雨前半は平年よりかなり少なめに推移し、梅雨後半は平年並みであった。梅雨明け後9月上旬までは少なめに推移し、それ以降は平年並みかやや多めであった。

(3) 2012年

a 日平均気温

期間の始めは平年並みで、それ以降は9月中旬まで平年よりやや高めに推移した。

b 降水量

6月8日に梅雨入りしたが、6月下旬は平年よ

りかなり少なかった。7月中旬は平年よりかなり多くなり、7月23日に梅雨明けした。その後は8月中旬にまとまった降雨があった他は、平年よりかなり少なかった。

c 日照時間

梅雨明け後は、概ね平年並みで推移した。

2) イタリアンライグラス生育期間

(10月下旬～翌年6月上旬)

(1) 2010～2011年

a 日平均気温

期間の始めは平年並みで推移し、1月は平年よりかなり低かった。3月～4月も平年よりやや低めに推移したが、5月に入ってやや高めに推移した。

b 降水量

播種後の11月中は、平年よりかなり少なく、12月から1月上旬は平年よりかなり多かった。2月中旬に多く降ったが、それ以降4月までは平年よりかなり少なく推移し、5月はかなり多くなった。

c 日照時間

11月から2月中旬までは、旬毎の変動はあるものの概ね平年並みで推移したが、2月下旬から5月中旬までは、平年より多い時期が多かった。

(2) 2011～2012年

a 日平均気温

11月は平年より高めに推移したが、冬期は概ね平年より低かった。3月中旬から4月上旬までは平年よりやや低めで、それ以降1か月間は、平年より高めに推移した。

b 降水量

期間の始めは平年よりかなり多く、それ以降1月下旬までは、かなり少なく推移した。2月から4月までは、期間を通して平年より多く、5月以降は平年より少なめに推移した。

c 日照時間

10月下旬から11月上旬はかなり少なかったが、それ以降2月中旬までは概ね平年並みであった。3月下旬から約2か月間は、前半は平年より多いか平年並みに推移した。

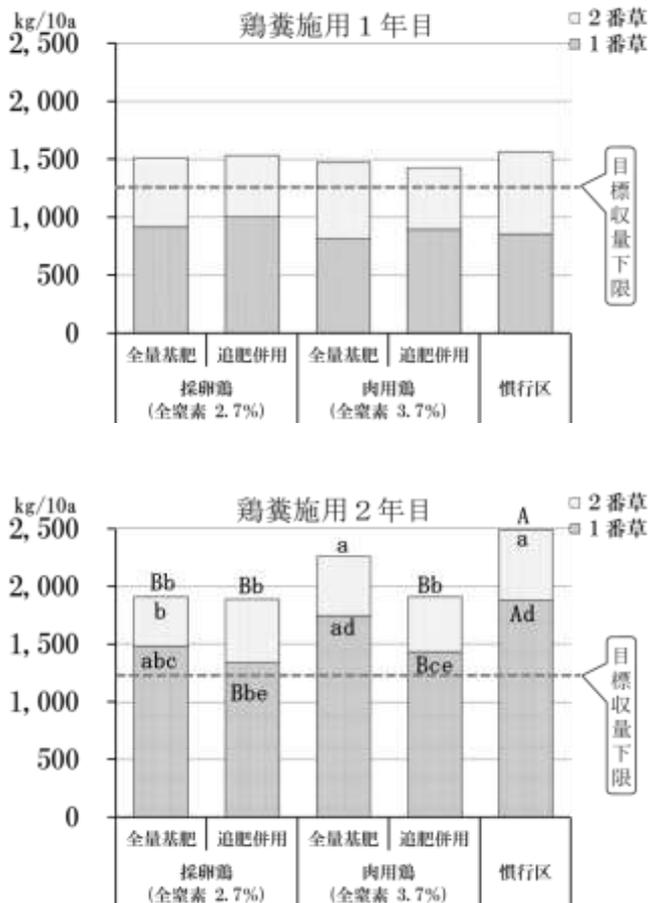
結 果

試験Ⅰ：鶏糞の種類と施用方法が飼料作物の生育に及ぼす影響

1 乾物収量

1) スーダングラス

スーダングラスの乾物収量を第1図に示した。



第1図 スーダングラスの乾物収量

横列異符号間に有意差あり

(大文字 : $p > 0.01$ 、小文字 : $p > 0.05$)

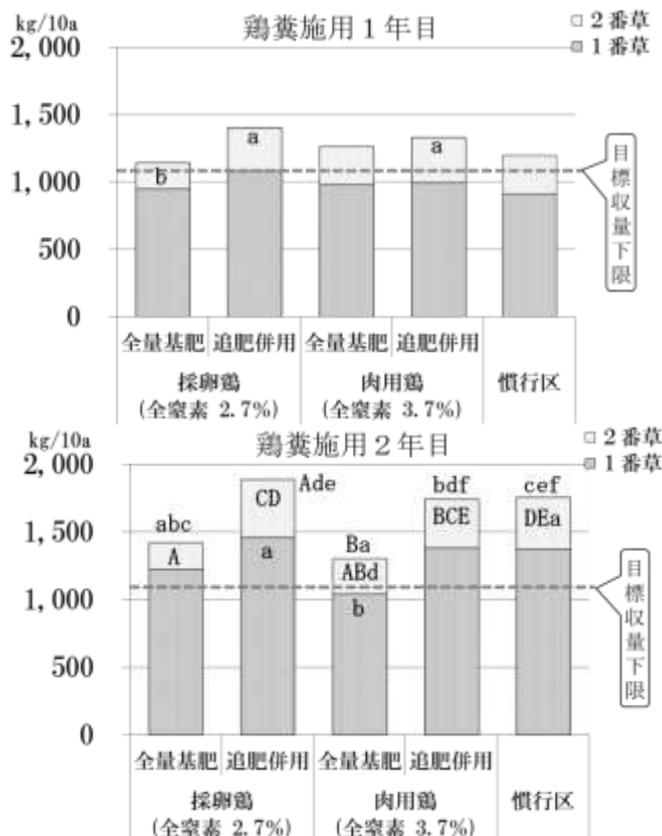
鶏糞施用1年目の乾物種量は、1番草、2番草及び両者の合計において、区間に差はなかった。

同様に2年目では、1番草は、慣行区が追肥併用区に比べて高い結果となった。また、肉用鶏糞区では、追肥併用区より全量基肥区の乾物収量が高くなった。

2番草の乾物収量は、慣行区が採卵鶏糞の全量基肥区に比べて高かった。合計乾物収量は、慣行区と肉用鶏糞の全量基肥区が他の区に比べて高い結果となった。

2) イタリアンライグラス

イタリアンライグラスの乾物収量を第2図に示した。



第2図 イタリアンライグラスの乾物収量

横列異符号間に有意差あり

(大文字 : $p > 0.01$ 、小文字 : $p > 0.05$)

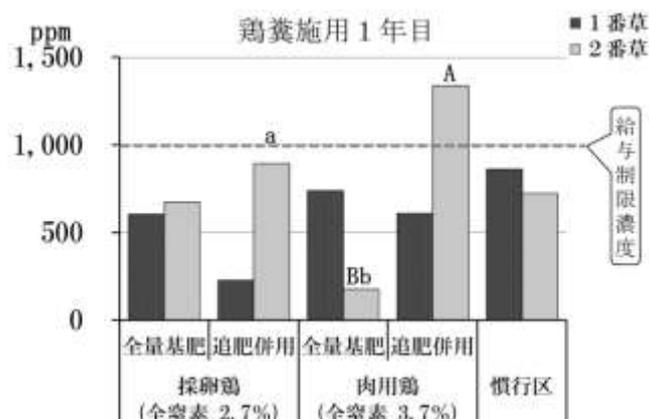
鶏糞施用1年目の乾物種量は、1番草と合計では区間に差はなかったが、2番草は、追肥併用区が採卵鶏糞の全量基肥区に比べて高い結果となった。

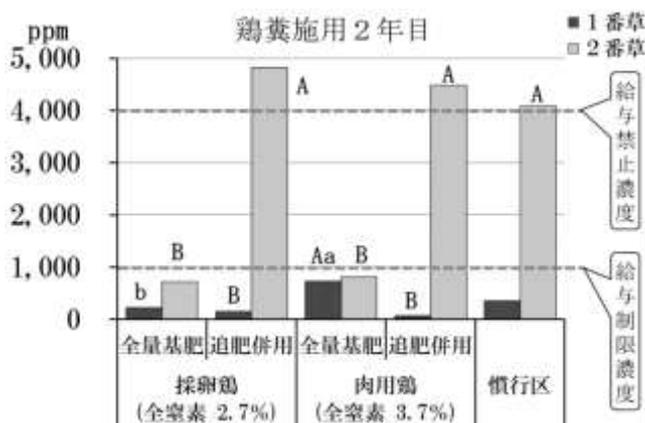
同様に2年目では、1番草は採卵鶏糞の追肥併用区が肉用鶏糞の全量基肥区に比べて乾物収量は高い結果となり、2番草と合計では追肥併用区と慣行区が全量基肥区に比べて乾物収量が高い傾向にあった。

2 作物体中の硝酸態窒素濃度(乾物中)

1) スーダングラス

スーダングラスの硝酸態窒素濃度を第3図に示した。





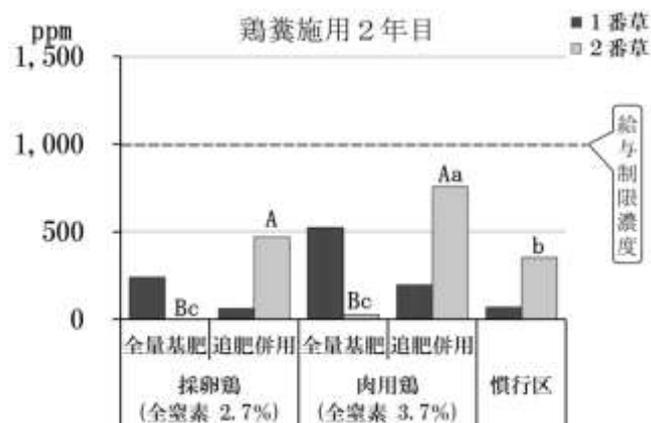
第3図 スーダングラスの硝酸態窒素濃度
横列異符号間に有意差あり
(大文字 : $p > 0.01$ 、小文字 : $p > 0.05$)

鶏糞施用1年目では、1番草は231~862ppmとなり区間に差はなかった。2番草は肉用鶏糞の全量基肥区に比べて肉用鶏糞の追肥併用区と採卵鶏糞の追肥併用区が高くなった。特に肉用鶏糞の追肥併用区が1,340ppmとなり、牛への給与制限(自給飼料利用研究会編, 2009)が必要となる濃度(以下、「給与制限濃度」という。)である1,000ppmを超えた(第5表)。

同様に2年目では、1番草は、肉用鶏糞の全量基肥区が、慣行区を除く他の区に比べて高くなったが、給与制限濃度を超える区はなかった。2番草は、全量基肥区に比べて、追肥併用区と慣行区が高くなり、いずれも牛への給与ができない程度まで高くなった。

2) イタリアンライグラス

イタリアンライグラスの硝酸態窒素濃度を第4図に示した。



第4図 イタリアンライグラスの硝酸態窒素濃度
横列異符号間に有意差あり
(大文字 : $p > 0.01$ 、小文字 : $p > 0.05$)

鶏糞施用1年目では、1番草は区間に差はなくいずれも低濃度であり、2番草では、追肥併用区と慣行区が、他の区に比べて高くなり、いずれも牛への給与制限濃度を最大で443ppm程度超えた。

同様に2年目では、1番草は65~525ppmと区間における濃度の幅は大きかったが有意な差ではなかった。

2番草は、追肥併用区が全量基肥区に比べて高くなり、特に肉用鶏糞の追肥併用区は、慣行区に比べても高い結果となったが、いずれの区も給与制限濃度を超えなかった。

3 飼料一般成分

1) スーダングラス (鶏糞施用1年目)

(1) 1番草 (第1表)

水分、粗繊維及び粗灰分は、区間に差はなかった。

粗蛋白質：慣行区が採卵鶏糞の追肥併用区に比べて高かった。

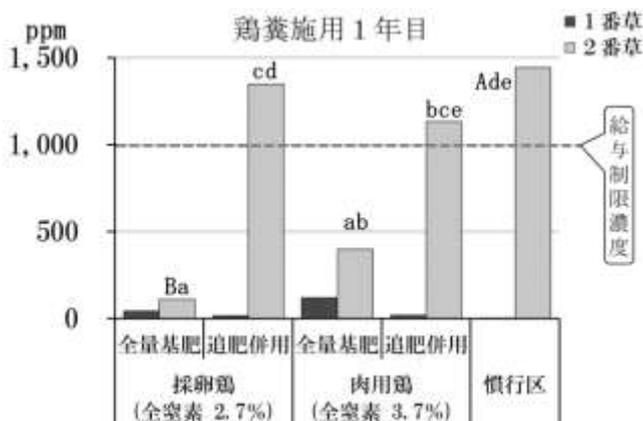
粗脂肪：慣行区が、採卵鶏糞区に比べて高かった。

N F E：採卵鶏糞の追肥併用区が、全量基肥区及び慣行区に比べて高かった。

(2) 2番草 (第1表)

水分、N F E及び粗繊維は、区間に差はなかった。

粗蛋白質：鶏糞施用区中では、肉用鶏糞の全量基肥区が他の区に比べて低く、慣行



鶏糞を活用した飼料作物栽培における低コスト施肥技術

区と比較しても低かった。

粗脂肪：慣行区が肉用鶏糞の追肥併用区に比べて高かった。

粗灰分：肉用鶏糞の全量基肥区が採卵鶏糞の追肥併用区に比べて高かった。

第1表 スーダングラスの飼料一般成分（鶏糞施用1年目）

1番草		(水分以外は、乾物中%)						
区	分	水分	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗繊維	粗灰分	
採卵鶏 (全窒素 2.7%)	全量基肥	78.1	7.2	2.2 b	48.8 b	34.4	7.4	
	追肥併用	77.1	5.8 b	2.3 b	53.5 Aa	31.1	7.3	
肉用鶏 (全窒素 3.7%)	全量基肥	76.1	7.4	2.5	48.7 b	34.0	7.5	
	追肥併用	76.7	6.8	2.6	50.4	32.7	7.4	
慣行区		77.9	7.9 a	2.8 a	47.2 B	34.3	7.8	

2番草		(水分以外は、乾物中%)						
区	分	水分	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗繊維	粗灰分	
採卵鶏 (全窒素 2.7%)	全量基肥	78.0	7.3 A	2.1	49.9	33.1	7.5	
	追肥併用	76.1	7.5 A	2.1	53.5	30.3	6.6 b	
肉用鶏 (全窒素 3.7%)	全量基肥	77.7	5.7 Bb	2.2	50.4	33.5	8.0 a	
	追肥併用	77.3	7.5 A	2.0 b	52.6	30.7	7.1	
慣行区		76.5	6.9 a	2.4 a	53.2	30.1	7.5	

縦列異文字間に有意差あり (大文字: p>0.01, 小文字: p>0.05)

2) スーダングラス (鶏糞施用2年目)

(1) 1番草 (第2表)

水分と粗灰分は、区間に差はなかった。

粗蛋白質：肉用鶏糞の全量基肥区と慣行区が、肉用鶏糞の追肥併用区に比べて高かった。

粗脂肪：肉用鶏糞の全量基肥区が、同鶏糞の追肥併用区と慣行区に比べて高かった。

N F E：採卵鶏糞の全量基肥区が、追肥併用区と慣行区に比べて高かった。

粗繊維：肉用鶏糞の追肥併用区が、採卵鶏糞の全量基肥区に比べて高かった。

(2) 2番草 (第2表)

水分、粗脂肪及び粗繊維は、区間に差はなかった。

粗蛋白質：追肥併用区と慣行区が、採卵鶏糞の全量基肥区に比べて高かった。

N F E：採卵鶏糞の全量基肥区が、慣行区に比べて高かった。

粗灰分：採卵鶏糞の全量基肥区が、他の区に比べて高かった。

第2表 スーダングラスの飼料一般成分（鶏糞施用2年目）

1番草		(水分以外は、乾物中%)						
区	分	水分	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗繊維	粗灰分	
採卵鶏 (全窒素 2.7%)	全量基肥	72.3	6.0	2.8	54.7 a	29.5 B	7.0	
	追肥併用	72.1	6.5	2.6	49.7 b	34.2	6.9	
肉用鶏 (全窒素 3.7%)	全量基肥	71.3	7.3 a	3.2 Aa	52.3	31.1	6.1	
	追肥併用	71.6	5.5 b	2.3 B	49.3 b	36.6 A	6.4	
慣行区		70.5	7.2 a	2.5 b	49.4 b	34.8	6.2	

2番草		(水分以外は、乾物中%)						
区	分	水分	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗繊維	粗灰分	
採卵鶏 (全窒素 2.7%)	全量基肥	82.4	7.9 B	2.9	51.2 a	25.4	12.5 Aa	
	追肥併用	81.9	11.2 A	2.7	49.0	27.0	10.1 B	
肉用鶏 (全窒素 3.7%)	全量基肥	80.6	9.6	2.7	48.8	27.7	11.1 b	
	追肥併用	82.1	11.6 A	2.8	48.3	26.8	10.4 B	
慣行区		81.5	11.4 A	2.7	46.5 b	28.3	11.1 b	

縦列異文字間に有意差あり (大文字: p>0.01, 小文字: p>0.05)

3) イタリアンライグラス (鶏糞施用1年目)

(1) 1番草 (第3表)

N F E：肉用鶏糞の追肥併用区が慣行区に比べて高かった。

他の成分は、区間に差はなかった。

(2) 2番草 (第3表)

粗脂肪と粗繊維は、区間に差はなかった。

水分：追肥併用区と慣行区が、全量基肥区に比べて高かった。

粗蛋白質：採卵鶏糞の追肥併用区と慣行区が、全量基肥区に比べて高かった。

N F E：全量基肥区が、採卵鶏糞の追肥併用区と慣行区に比べて高かった。

粗灰分：採卵鶏糞の追肥併用区が、肉用鶏糞の全量基肥区に比べて高かった。

第3表 イタリアンライグラスの飼料一般成分（鶏糞施用1年目）

1番草		(水分以外は、乾物中%)						
区	分	水分	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗繊維	粗灰分	
採卵鶏 (全窒素 2.7%)	全量基肥	80.9	9.9	3.8	49.4	25.9	10.9	
	追肥併用	79.9	9.2	3.6	50.6	26.5	10.1	
肉用鶏 (全窒素 3.7%)	全量基肥	81.6	10.5	4.1	50.5	25.4	9.5	
	追肥併用	81.7	9.9	3.7	51.7 a	25.5	9.1	
慣行区		80.8	9.7	3.8	46.1 b	29.6	10.8	

2番草		(水分以外は、乾物中%)						
区	分	水分	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗繊維	粗灰分	
採卵鶏 (全窒素 2.7%)	全量基肥	84.9 B	13.4 b	4.2	42.8 a	26.4	13.3	
	追肥併用	88.1 A	17.1 a	4.7	36.2 b	28.2	13.8 a	
肉用鶏 (全窒素 3.7%)	全量基肥	85.0 B	13.8 b	4.2	42.9 a	26.8	12.3 b	
	追肥併用	87.4 A	16.5	4.8	38.7	26.9	13.1	
慣行区		87.7 A	17.8 a	5.0	37.2 b	26.9	13.2	

縦列異文字間に有意差あり (大文字: p>0.01, 小文字: p>0.05)

4) イタリアンライグラス (鶏糞施用2年目)

(1) 1番草 (第4表)

水分、粗蛋白質、粗繊維及び粗灰分は、区間に差はなかった。

粗脂肪：肉用鶏糞において、全量基肥区が追肥併用区に比べて高かった。

N F E：採卵鶏糞の全量基肥区と肉用鶏糞の追肥併用区が、肉用鶏糞の全量基肥

区に比べて高かった。

(2) 2 番草 (第 4 表)

水分は、区間に差はなかった。

粗蛋白質：追肥併用区と慣行区が、全量基肥区に比べて、高かった。

粗脂肪：追肥併用区と慣行区が、全量基肥区に比べて、高かった。

N F E：採卵鶏糞の全量基肥区が、他の区に比べて高かった。

粗繊維：肉用鶏糞の全量基肥区が、採卵鶏糞の全量基肥区と慣行区に比べて高かった。

粗灰分：追肥併用区と慣行区が、全量基肥区に比べて高かった。

第 4 表 イタリアンライグラスの飼料一般成分 (鶏糞施用 2 年目)

1 番草		(水分以外は、乾物中%)					
区	分	水分	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗繊維	粗灰分
採卵鶏 (全窒素 2.7%)	全量基肥	81.3	8.5	3.2	52.3 a	25.7	10.3
	追肥併用	80.9	8.5	2.9	49.0	30.2	9.4
肉用鶏 (全窒素 3.7%)	全量基肥	81.8	10.0	3.3 a	46.3 b	30.5	9.9
	追肥併用	82.2	9.0	2.9 b	53.3 a	25.5	9.3
慣 行 区		82.8	8.8	3.0	49.3	28.9	10.0

2 番草		(水分以外は、乾物中%)					
区	分	水分	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗繊維	粗灰分
採卵鶏 (全窒素 2.7%)	全量基肥	81.1	8.9 B	3.3 B	51.0 Aa	26.5 b	10.3 b
	追肥併用	84.3	13.3 A	4.1 A	40.6 B	30.9	11.1 Aa
肉用鶏 (全窒素 3.7%)	全量基肥	80.8	9.7 B	3.4 B	43.6 b	33.9 a	9.5 Bc
	追肥併用	84.5	13.4 A	4.2 A	41.8 b	29.9	10.8 A
慣 行 区		84.2	13.7 A	4.2 A	42.8 b	28.2 b	11.2 Aa

縦列異文字間に有意差あり (大文字: p>0.01、小文字: p>0.05)

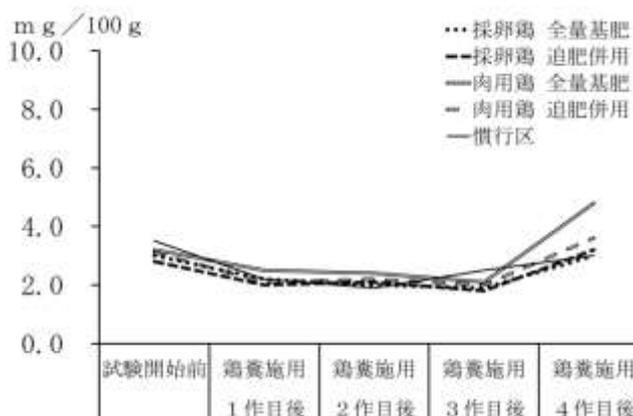
4 土壌化学成分

土壌化学成分は、試験開始前と作物収穫後の土壌について調査した。

アンモニア態窒素と硝酸態窒素は、鶏糞施用 4 作目の収穫後まで、交換性塩基と可給態りん酸は、鶏糞施用 2 作目の収穫後まで調査した。

1) アンモニア態窒素 (第 5 図)

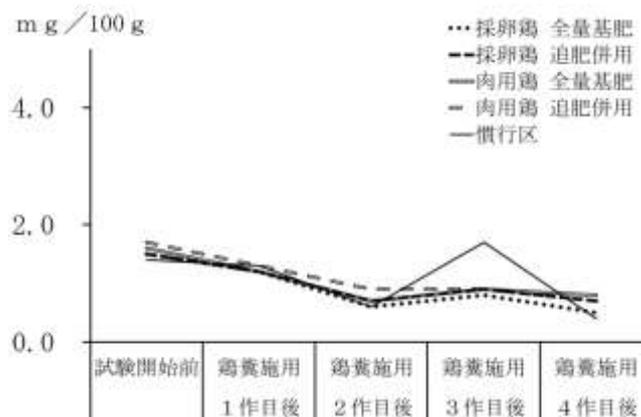
いずれの区も、鶏糞施用 3 作目の収穫後まではわずかに減少傾向にあったが、4 作目収穫後に増加し 3.0~4.8mg/100g となった。



第 5 図 土壌中アンモニア態窒素含量の推移

2) 硝酸態窒素 (第 6 図)

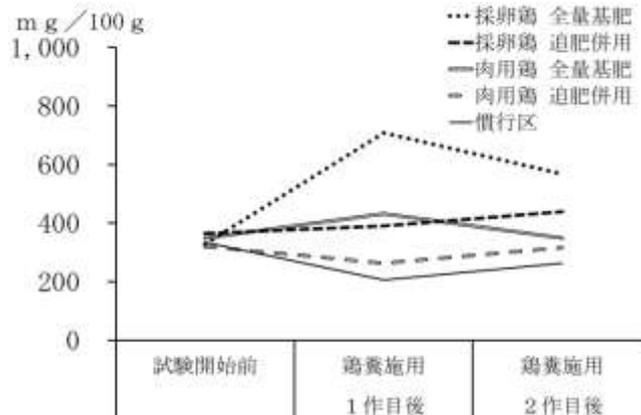
慣行区において鶏糞施用 3 作目収穫後に土壌中含量が高くなったが、これは土壌のサンプリングミスによるものと考えられ、各区ともに減少傾向にあり、4 作目収穫後は 0.5~0.8mg/10g となった。



第 6 図 土壌中硝酸態窒素含量の推移

3) 交換性石灰 (第 7 図)

交換性石灰は、採卵鶏糞を全量基肥で施用した区が他の区に比べて、高い含量で推移した。

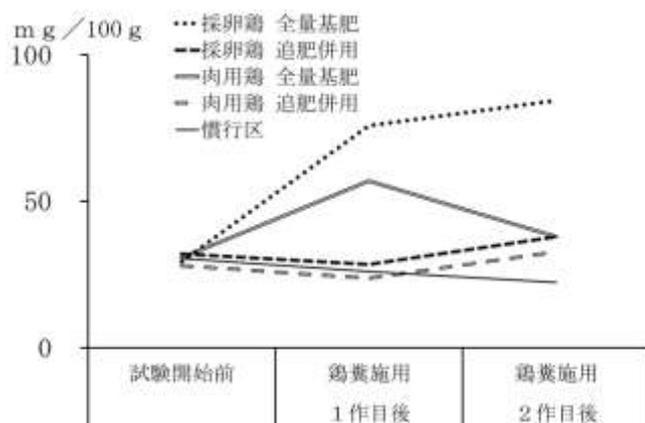


第 7 図 土壌中交換性石灰含量の推移

4) 交換性苦土 (第 8 図)

交換性苦土は、鶏糞施用 1 作目収穫後に鶏糞を全量基肥で施用した区が多くなったが、2 作目収穫後では肉用鶏糞を全量基肥で施用した区は減少し、採卵鶏糞を施用した区では多くなった。

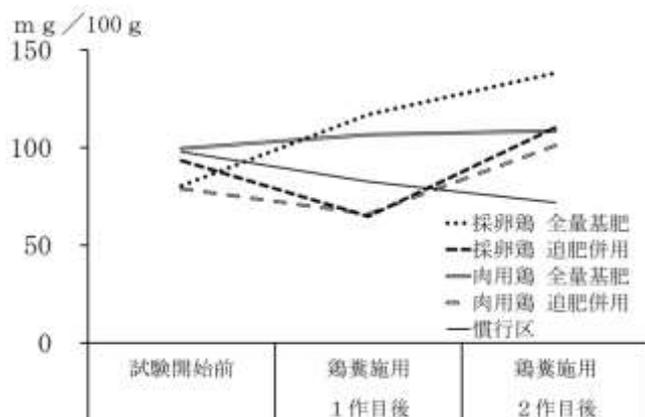
鶏糞を活用した飼料作物栽培における低コスト施肥技術



第8図 土壤中交換性苦土含量の推移

5) 交換性加里 (第9図)

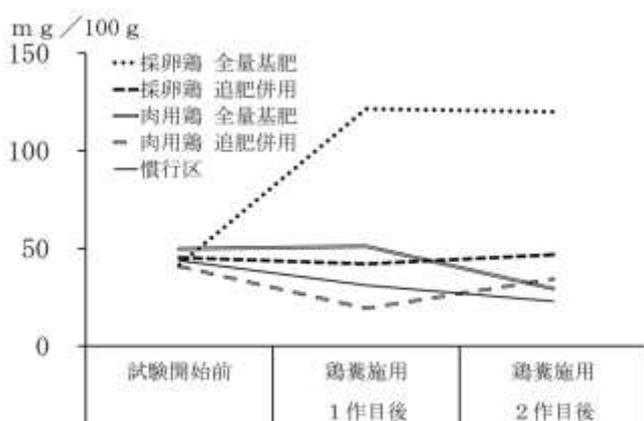
交換性加里は、慣行区では減少したが、鶏糞を施用した区は鶏糞施用2作目収穫後には試験開始前に比べて増加した。



第9図 土壤中交換性加里含量の推移

6) 可給態りん酸 (第10図)

採卵鶏糞を全量基肥で施用した区は、高い含量で推移したが、他の区では大きな変動はなかった。



第10図 土壤中可給態りん酸含量の推移

5 散布コスト

鶏糞等の散布に要するコストは、第5表～第7表に示した条件に基づいて算出した。

肥料等散布コスト (10aあたり) 算出条件

第5表 散布作業に係る条件

ブロードキャスト容量	散布に要する時間	
化成肥料 450 kg	10分	
鶏糞 450 kg	10分	

第6表 鶏糞運搬に係る条件

鶏糞積載可能量 (2tダンプ)	運搬時間 (往復)
1,000 kg	80分

第7表 資材単価

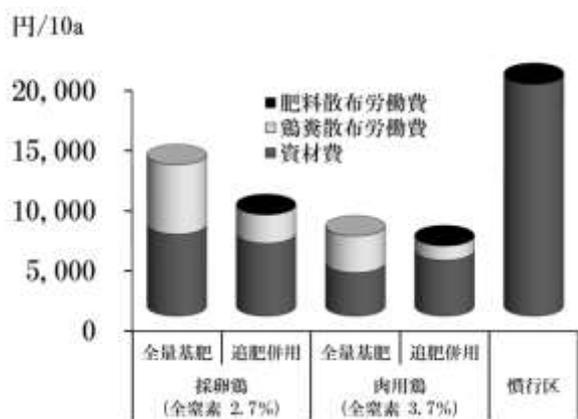
資材名	円/kg
鶏糞	2
硫安	45
14-14-14	85
粒状ようりん	100
塩化カリ	200

なお、1時間当たり労働費は1,000円とした。

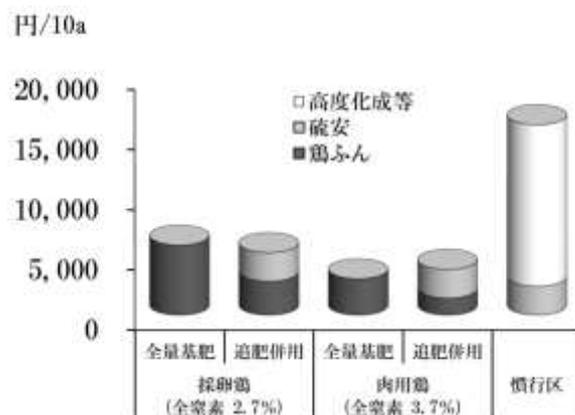
鶏糞や化成肥料の10aあたり散布コストは(第11, 12図)、労働費と資材費の合計で見ると、慣行区ではスーダングラスが19,356円、イタリアンライグラスが15,886円となり、各区中で最も高コストとなった。鶏糞全量を基肥で施用した区ではスーダングラスが12,593円、イタリアンライグラスが10,741円となり、慣行区のコストに比べて32～35%低減された。

最も低コストとなったのは、肉用鶏糞と追肥を併用した区で、スーダングラスが5,860円、イタリアンライグラスが4,998円となり、慣行区に比べて約70%低減された。

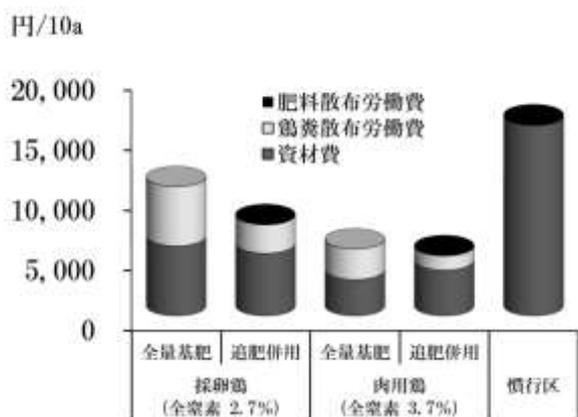
10aあたり労働費は(第11, 12図)、採卵鶏糞全量を基肥で施用した区が最も高く、スーダングラスが5,793円、イタリアンライグラスが4,941円となった。次いで肉用鶏糞全量を基肥で施用した区でスーダングラスが3,067円、イタリアンライグラスが2,556円となった。慣行区はスーダングラスで81円、イタリアンライグラスで66円となり、鶏糞を散布した区に比べて著しく低かった。鶏糞と追肥を併用した区の労働費は、鶏糞全量を基肥で施用した区に比べていずれも半額以下となった。



第11図 鶏糞等の散布コスト (スーダングラス)

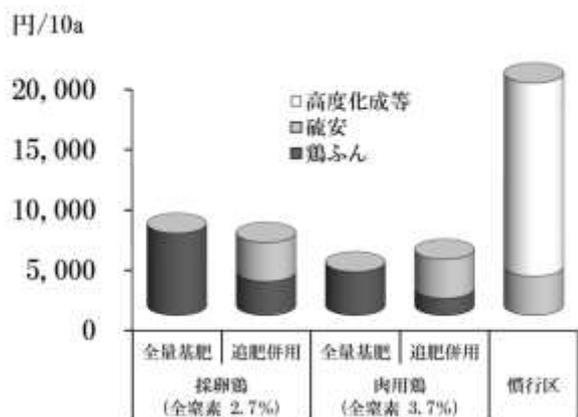


第14図 資材費の内訳 (イタリアンライグラス)



第12図 鶏糞等の散布コスト (イタリアンライグラス)

10a 当たり資材費は(第13, 14 図)、慣行区が最も高く、スーダングラスで19,275 円、イタリアンライグラスで15,820 円となり、次いで高かった全量基肥区の2.5 倍以上となった。



第13図 資材費の内訳 (スーダングラス)

採卵鶏糞区では、追肥併用区に比べて全量基肥区の資材費が高くなったが、肉用鶏糞区ではその逆となった。

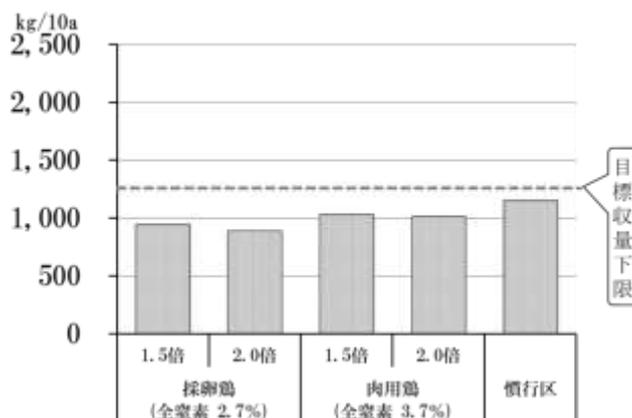
試験Ⅱ：鶏糞の種類と施用量が飼料作物の生育に及ぼす影響

スーダングラスは2012 年に実施したが、長雨のため播種期が40 日程度遅延し7 月下旬となり、1 番草の調査が9 月下旬となった上、以降の少雨により2 番草がほとんど生育しなかったため、1 番草のみの結果を示した。

1 乾物収量

1) スーダングラス (第15 図)

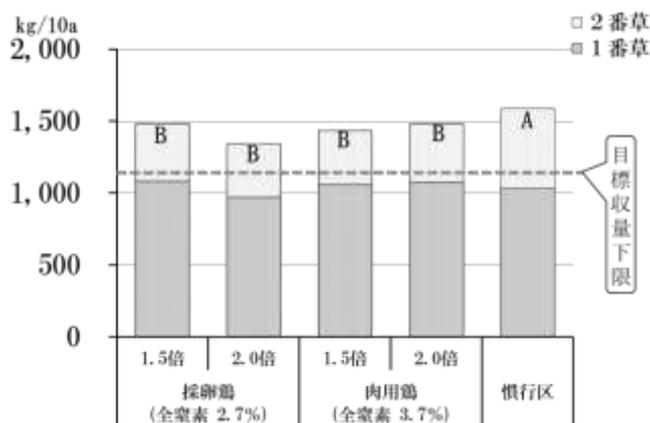
乾物収量は、区間に差はなかった。



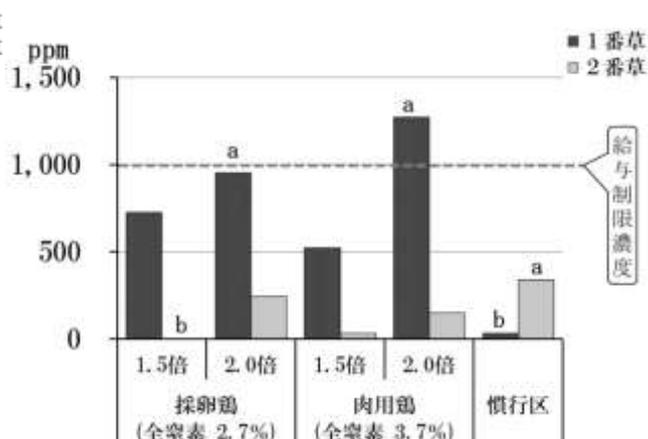
第15図 スーダングラスの乾物収量(施肥量試験)

2) イタリアンライグラス (第16 図)

乾物収量は、1 番草と合計では区間に差はなかったが、2 番草では慣行区が他の区に比べて高くなった。



第16図 イタリアンライグラスの乾物収量(施肥量試験)

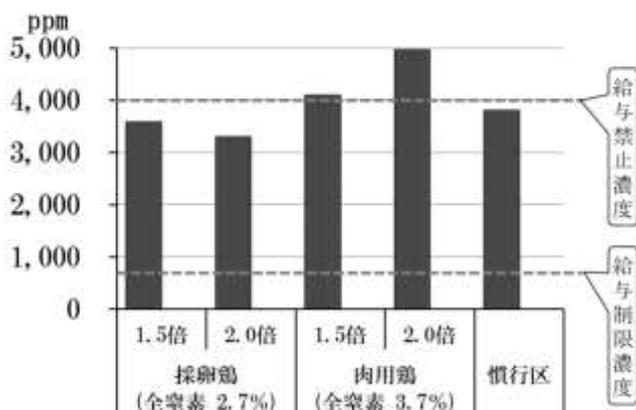


第18図 イタリアンライグラスの硝酸態窒素含量(施肥量試験)

2 作物中の硝酸態窒素濃度(乾物中)

1) スーダングラス (第17図)

すべての区で給与制限濃度の 1,000ppm を大幅に超過し、肉用鶏区では、全く給与できない給与禁止濃度の 4,000ppm を超えた。



第17図 スーダングラスの硝酸態窒素含量(施肥量試験)

2) イタリアンライグラス (第18図)

1番草では、鶏糞2.0倍区が慣行区に比べて高くなり、肉用鶏糞2.0倍区で給与制限濃度を超過した。2番草では、慣行区が採卵鶏糞1.5倍区に比べて高くなったが、いずれも低濃度であった。

考 察

夏作としてスーダングラス及び冬作としてイタリアンライグラスのそれぞれの栽培における鶏糞を活用した施肥技術について検討した。

鶏糞の施肥方法として、基肥+追肥分に相当する窒素を全量鶏糞で基肥として施用した場合と、同様に基肥分を鶏糞で基肥として施用し、追肥分を硫酸で施用した場合の飼料作物の収量性、散布コスト等を調査した(試験I)。

また、鶏糞のみで栽培する場合、窒素成分が栽培基準の1.5倍及び2.0倍に相当する鶏糞を施用した場合の収量性等を調査した(試験II)。

いずれの試験も採卵鶏糞と肉用鶏糞を用いた。
試験I：鶏糞の種類と施用方法が飼料作物の生育に及ぼす影響

1 収量性

スーダングラス、イタリアンライグラスともに、栽培基準で定められた窒素成分量を、鶏糞のみで施用または追肥分を硫酸で併用した場合のいずれにおいても、県が定めた目標収量(山口県農林水産部, 2012)の下限程度かそれ以上の収量が得られた(第1, 2図)。

収量成績を個別に見た場合、スーダングラスでは鶏糞施用1年目では、1番草、2番草及び合計収量のいずれも区間に差はなかったが、鶏糞施用2年目では区間に何らかの収量差が表れた(第1図)。しかしながら、施肥法との一定の関連性は認められず、前作後の土壌中の無機態窒素含量も区間に大きな差はないことから、スーダングラスにおいては、栽培基準で定められ

た窒素成分量を鶏糞で代替しても、収量には影響がないことが示唆された。

イタリアンライグラスでは、鶏糞施用1年目において、1番草では区間に収量差はなく、2番草では追肥併用区の収量が高い傾向が見られたが、合計収量に有意差をもたらすほどの差ではなかった。鶏糞施用2年目では、概ね追肥併用区と慣行区の収量が高い傾向があった(第2図)。

イタリアンライグラスの場合、施す窒素成分が同量の場合、鶏糞で窒素全量を基肥で施すと、無機化した窒素成分の一部が播種後から冬期に降雨等により流亡するため、全量基肥区において春先に追肥をした場合に比べて1番草の収量が劣る結果となった。

従って、イタリアンライグラスの場合、鶏糞のみでも目標の下限程度の収量を得ることはできるが、更に収量を得ようとする場合、追肥と併用することが有効である。

2 作物体中へ硝酸態窒素の蓄積

スーダングラス作物体中の硝酸態窒素濃度は、鶏糞を施用した2年間を通して、1番草ではいずれの区も、牛への給与制限濃度の1,000ppmを超過することはなかったが、2番草では、1年目には肉用鶏糞の追肥併用区で1,340ppmとなり、2年めには追肥併用区と慣行区で著しく高濃度となり、牛への給与禁止濃度の4,000ppmを超えた(第3図)。

以上の結果から、スーダングラスでは概して追肥の施用により硝酸態窒素濃度が上昇する結果となったことと、鶏糞の施用方法が収量性に影響しないことから、本草種への鶏糞の施用方法は、基肥+追肥分に相当する窒素を全量鶏糞で基肥として施用し、追肥は施用しないのが望ましい。

イタリアンライグラスでは、各年における播種前の土壌中無機態窒素含量に大きな差がなかったにもかかわらず、鶏糞施用1年目の2番草で、追肥併用区と慣行区の硝酸態窒素濃度が給与制限濃度を超過し、2年目における同区では低濃度であった(第4図)。同じように追肥を施したにもかかわらずそのような結果になった原因として、刈取り直前の気象条件や刈取りステージの違い等が考えられるが、1年目の2番草の刈取りステージが出穂期であったのに対し、2年目の2番草では出穂期から穂揃い期であった。作物体中の硝酸

態窒素は、出穂以降は乾物率の増加に伴う硝酸塩濃度の低下や硝酸塩含量の少ない子実の充実等により作物体中の硝酸態窒素濃度が低下する(三秋ら, 1966)。

このことから、刈取りステージが進行していた2年目の2番草の硝酸態窒素濃度が低レベルであったことが考えられた。

いずれにせよイタリアンライグラス栽培で鶏糞を利用する場合、追肥との併用によって増収すると前述したが、刈取りステージによっては硝酸態窒素の過剰蓄積の恐れがある。従って、開花期程度まで刈取り時期を遅らせることにより、硝酸態窒素の過剰蓄積を回避することも考えられるが、イネ科牧草の刈取り適期は、収量性と栄養価がともに最大となる出穂期の刈取りが推奨されているため、出穂期の収穫では追肥量を制限する等、2番草の硝酸態窒素吸収を抑えることが必要である。ただし追肥量を減じた場合でも、収穫物の硝酸態窒素濃度を測定し、高濃度の場合には、ガイドライン(第8表)に従って牛への給与量を制限するか、他の粗飼料と混合する等の対策が必要である。

第8表 粗飼料中の硝酸態窒素濃度のガイドライン

粗飼料中の硝酸態窒素濃度 ppm (乾物中)	給与上の注意
0~1,000	充分量の飼料と水が給与されていれば安全
1,000~1,500	妊娠牛以外は安全。妊娠牛には、給与乾物総量の50%を限度として使用
1,500~2,000	すべての牛に対して、給与乾物総量の50%を限度として使用
2,000~3,500	給与乾物総量の35~40%を限度として使用 妊娠牛には給与しない
3,500~4,000	給与乾物総量の20%を限度として使用 妊娠牛には給与しない
4,000以上	有毒であり給与してはいけない

3 飼料一般成分

スーダングラスではいずれの年次においても、作物体の硝酸態窒素濃度が高い場合、概して粗蛋白質含量が高くなる結果となった(第1, 2表)。高粗蛋白質のイネ科粗飼料は良質とされる場合が多いが、作物への硝酸態窒素の過剰蓄積を防止する観点から、窒素成分の増施による作物の高蛋白化には注意が必要である。

他の成分については、1番草のNFEにおいて追肥の有無による一定の影響が認められたが、1年目と2

年目で逆の傾向を示し、その影響の原因は特定できなかった。

その他の成分については、処理の違いによる一定の影響は認められなかった。

イタリアンライグラスでは、いずれの年次も2番草において、作物体の硝酸態窒素濃度が高い場合に粗蛋白質含量が高くなる傾向が認められた(第3, 4表)。このことから、1番草刈り取り後の追肥の施用量に留意する必要がある。

他の成分では、特に2番草において、鶏糞施用1年目の水分とNFE、同じく2年目の粗脂肪とNFEで、追肥の有無による一定の影響が認められたが、その原因は特定できなかった。

粗繊維と粗灰分については、処理間に有意差が認められた場合でも、処理の違いによる一定の傾向は認められなかった。

4 土壌化学成分

作物に利用される硝酸態窒素の収穫後の土壌中含量は、鶏糞を連用しても低レベルで推移し、アンモニア態窒素含量も4作目収穫後に増加したものの、最大でも4.8mg/100gであり、施肥量を制限しなければならないほどのレベルにはならなかった(第5, 6図)。

今回供試した鶏糞の肥料成分は、採卵鶏糞の交換性石灰含量とりん酸含量が肉用鶏糞に比べてかなり高く、その特徴が、各作付後に土壌に残留した交換性石灰含量と可給態りん酸含量に現れ、いずれの成分も鶏糞のみを施すと、それらの含量は高めに推移し(第7, 10図)、長期連用した場合、土壌中含量がさらに上昇する可能性がある。

りん酸については、その過剰による作物の生育障害は、ほとんど考慮しなくても差し支えないが、交換性塩基の場合、特定の塩基の土壌中含量が甚だしく変化した場合、塩基バランスの不均衡が生じて、作物の生育に悪影響を及ぼすことがある(牧田, 2009)。

特に加里は家畜糞に多く含まれ、その中でも鶏糞は他の家畜糞に比べて多い(畜産環境整備機構, 1998)。今回の試験でも鶏糞の連用により土壌中の交換性加里含量が増加する傾向が認められ(第9図)、長期連用により、土壌中への過剰な蓄積を引き起こす可能性がある。

このことの畜産的な問題点として、土壌中の加里過

剰により、飼料作物への苦土の吸収が阻害されることにより、作物中の苦土含量が低下することがある。このような粗飼料を牛に多給した場合、低マグネシウム血症(グラスステタニー)を引き起こす可能性がある。

これを防止するため、定期的な土壌分析により土壌中の交換性塩基含量を把握し、適宜鶏糞の施用量を制限し、その結果不足する窒素分については、硫酸等の窒素肥料で補うことが望ましい。

5 鶏糞の散布コスト

まず、散布コストの試算において、鶏糞の散布方法については、鶏糞供給業者において鶏糞を500kg入りフレコンバッグに充てんされたものを、2トンドンプで運搬し、フレコンバッグからブロードキャスタに鶏糞を移し替えてほ場に散布するという作業体系とした。

慣行の肥料散布もブロードキャスタを用いることとした。

散布作業については、一定の窒素成分をほ場に散布する場合、鶏糞は化学肥料に比べて窒素成分濃度が低く大量に散布する必要があるため、労働時間が長くなる上、運搬経費を要して労働費が増大する。この場合、鶏糞の窒素濃度が高いと散布量が減るため散布時間が減少し、その分労働費は低減される。

一方、慣行の肥料散布作業は、散布量が大幅に少なく、全量鶏糞で基肥を散布する場合の鶏糞散布労働費は約2,600~5,800円/10aであるのに対し、慣行施肥作業の労働費はわずか100円/10a足らずである(第11, 12図)。

これに対して資材費を見ると、キログラム当たり単価は鶏糞は2円で試算したのに対し、化学肥料は硫酸の45円から塩化カリの200円と大幅に異なる。これを基に資材費を算出すると、鶏糞の3,000~6,800円/10aに対して、慣行施肥では約16,000~19,000円/10aとなる(第13, 14図)。この差は、労働費における鶏糞散布と慣行施肥との差に比べて極めて小さいため、散布コスト全体を比較した場合、鶏糞全量散布の方が低コストとはなるものの、鶏糞の単価によっては、必ずしも鶏糞全量で必要窒素量を散布することが低コストとはならない場合もあり得る。

その点で追肥併用の作業体系は、労働費が全量鶏糞散布に比べて半分程度に削減されるため、資材費があ

る程度上昇するにもかかわらず、散布コスト全体は鶏糞全量を基肥として散布する体系や慣行施肥体系に比べて、最も低減される。また、今回の肉用鶏糞のように窒素含量の高い鶏糞を用いることにより鶏糞の散布量を抑えることができ散布労働費が節減される(第11, 12 図)。

試験Ⅱ：鶏糞の種類と施用量が飼料作物の生育に及ぼす影響

1 収量性

スーダングラス、イタリアンライグラスともに、鶏糞堆肥の施用量を増やしても、収量の向上は認められなかった(第15, 16 図)。

イタリアンライグラスは4～5月の生育中期では、高レベルでの窒素施用による増収効果は認め難く、6月以降の生育後期つまり2番草生育期では中～高レベルに窒素施用ではかえって減収する傾向があるとされている。今回の試験でも2番草の鶏糞施用区の乾物収量は慣行区より少なかった。

ソルガム類のように窒素要求量の大きい作物は、3 kg/a 程度の窒素施用量では収量が直線的に増加するが、4 kg/a 以上になると増収しないとされている。今回の試験でも、鶏糞施用量1.5 倍区では窒素施用量が3.8 kg/a であり、増収は認められなかった。

これらのことから、鶏糞の供給が十分に確保できる条件にある場合でも、飼料作物の増収を期待した鶏糞の増施は、避けるべきである。

2 作物体中へ硝酸態窒素の蓄積

スーダングラス作物体中の硝酸態窒素は、刈取り時期が伸長期ということもあるが、すべての区で3,000ppm 以上の高濃度となり、給与禁止濃度の4,000ppm を超える区も見られた(第17 図)。伸長期とはいえ、すべての区で草丈が220cm を超えて刈取り適期を迎えており、出穂も近い時期であったため、出穂後に硝酸態窒素の消費が向上しても作物体中の硝酸態窒素濃度は十分に低下しないことが考えられる。

スーダングラスは比較的硝酸態窒素を蓄積しやすいため(三秋ら, 1966)、窒素の増施はいかなる場合においても避けるべきである。

イタリアンライグラスも、1 番草において刈取り時期が穂揃い期から開花期であったにもかかわらず、2.0

倍区ではほぼ給与制限濃度かそれ以上となり(第18 図)、仮に調査時期を刈取り適期の出穂期とした場合、作物体中の硝酸態窒素はさらに高濃度となり給与制限濃度を超える区が増加することが推察される。

このことから、イタリアンライグラスも窒素の増施は避けるべきである。

飼料作物栽培における鶏糞の施肥技術

1 基本技術

1) スーダングラス

基肥+追肥分に相当する窒素成分量を全量鶏糞で基肥として施用する。

慣行栽培における基肥分の窒素量を鶏糞で施用した場合でも、作物体に硝酸態窒素が過剰蓄積する恐れがあるので、追肥は施用しない。

(2) イタリアンライグラス

基肥+追肥分に相当する窒素成分量を全量鶏糞で基肥として施用するか、慣行栽培における基肥分の窒素量を鶏糞で施用し、追肥分を化学肥料で施用する。ただし後者の施肥体系の場合、作物体への硝酸態窒素の過剰蓄積を防止するため、1 番草刈り取り後の窒素施肥量を栽培基準に定められている追肥量より減ずる。

また、2 番草を給与する前に作物体の硝酸態窒素濃度を測定し、状況に応じて他の粗飼料と混合給与する。

2 応用技術

1) 窒素含量の高い鶏糞を用いて鶏糞散布量を削減し、散布労力を節約する。

2) スーダングラス栽培で化学肥料を併用して散布コストを削減する場合、まず散布労力や散布経費を考慮して鶏糞散布量を定め、不足分を化学肥料で補う。この場合、化学肥料は追肥としてではなく、基肥として鶏糞と同時に施用する。

摘 要

スーダングラス及びイタリアンライグラス栽培における鶏糞を活用した施肥方法及び散布コスト等について検討した。

県の飼料作物栽培基準で定められた窒素成分量を施用する場合、基肥+追肥分に相当する窒素成分を全量鶏糞で基肥として施用する方法、また、同様に基肥分を鶏糞で施用し、追肥分を化学肥料で施用する方法のいずれにおいても、スーダングラス、イタリアンライグラスともに、県が定めた目標収量の下限程度かそれ以上の乾物収量が得られた。

作物体中の硝酸態窒素濃度は、スーダングラス、イタリアンライグラスともに、概して追肥の施用により濃度が上昇し、いずれも2番草でその傾向が強かった。

鶏糞の散布コストは、鶏糞全量を基肥で施用した場合には、慣行区に比べて32~35%、追肥を併用した場合には、同様に約70%低減された。

鶏糞施用量を増やしても、乾物収量は増加しなかった。

引用文献

山口県農林水産部. 2012. 飼料作物栽培の手引き

山口県農林総合技術センター. 2013. 鶏糞の利用促進マニュアル

自給飼料利用研究会編. 2009. 三訂版 粗飼料の品質評価ガイドブック(平成21年2月)

三秋 尚・能勢 公. 1966. 飼料作物の化学成分と飼料価値に関する研究 V. 窒素肥料の施肥と生育段階が数種飼料作物の硝酸塩含量に及ぼす影響について. 日本畜産学会報. 37: 349-354.

牧田康宏. 2009. 土壌中の交換性塩基が飼料作物のミネラルバランスに与える影響. 福井県畜産試験場研究報告第22号: 33-45.

社団法人 畜産環境整備機構. 1998. 家畜ふん尿処理・利用の手引き.

社団法人 農山漁村文化協会編. 1983. 畜産全書 飼料作物. : 60-61, 84

未利用資源を利用したブレンドペレット燃料に関する研究

佐久間英明・村上 勝*

Studies on the Use of Unused Resources in Blended Woody Pellets as Fuel

Hideaki SAKUMA and Masaru MURAKAMI

Abstract : This study examined the use of bamboo chips and rice hulls, currently unutilized in pellets, in blended woody pellets with cedar and Japanese cypress chips, and examined their potential for usage as fuel.

Crushing bamboo chips in current facilities is expensive, and so special facilities would need to be established. However calorific values were equal to standard woody pellets, making bamboo blended woody pellets are practical alternative.

Conversely, costs for making rice hulls blended woody pellets were equal to or less than costs for standard woody pellets but calorific values decreased proportionally as rice hulls content increased. They also produce large amounts of cinders. Rice hulls blended woody pellets are not a practical alternative to standard woody pellets.

Key Words : bamboo chips, rice hulls

キーワード : タケチップ, 籾殻

緒 言

山口県は2001年度に「やまぐち森林バイオマスイエネルギープラン」を策定して(山口県, 2002)以降、森林バイオマスの利用を組織的に推進しており、当山口県農林総合技術センター林業技術部(以下センター)でも平成17年3月に全国に先駆けて木質ペレットボイラー冷暖房システムを導入し、冷暖房燃料を木質ペレットに切り替えるなど、森林バイオマスの利用を率先している。

一方、近年農山村が抱える問題として、放置竹林の増加により竹林が周辺の農地や林地に拡大していること(佐渡, 2003)(山本ら, 2004)(山中・笠松, 2007)や、稲作で大量に発生する籾殻等の処理問題(小宮山ら, 2003)がある。

タケや籾殻は枯渇性ではない生物由来の資源であり、これをバイオマス燃料として大量に利用することができれば、問題の解決に繋がる可能性があると考え、これらタケ・籾殻とスギ・ヒノキを混合したブレンドペレットを製造し、

木質ペレットの代替燃料として同様の機器で利用できる可能性があるかを研究した。

研究期間は2009年から2011年の3年間で、2012年に実施した追加試験も含めてその結果を報告する。

本研究を実施するに当たり、灰分析等に協力いただいた(独)山口県産業技術センターの小川友樹氏、ブレンドペレット製造や燃焼試験に協力いただいた山口県森林組合連合会の皆様に厚く感謝の意を表す。

材料および方法

1 ブレンドペレットの製造試験

製造試験は、山口県森林組合連合会(以下県森連)の木質ペレット(スギ・ヒノキ全木)製造工場で行った。

通常の木質ペレット生産工程の途中で、任意に設定している容積比率分のタケチップまたは籾殻を混入し、スギ・ヒノキのチップと混合した上で、同一工程で乾燥させてからペレタイザー(造

*現在 : 農林水産部企画流通課

粒機)に入れて製造した。ペレットの製造量はそれぞれ1 m³を目指した。なお、本研究では素材それぞれの購入・運搬経費については費用に計上していない。

1) タケブレンドペレット

タケブレンドペレットは、タケチップ(以下タケ)とスギ・ヒノキチップ(以下木材)の容積混合率をタケ1:木材4(以下1:4)とタケ1:木材1(以下1:1)の2種類とした。

試験では、伐採して少し経過してある程度乾燥したモウソウチクを使用した。また、木材には、通常の木質ペレットと同様のスギ・ヒノキチップを使用した。

タケの粉砕では、木材破砕用チップパーを使用した一次破砕のみでは、チップがペレット造粒に適した大きさにならなかったため、二次破砕に加えてふるい作業まで行い、ペレットに加工できる大きさのタケチップを準備した。

2) 籾殻ブレンドペレット

籾殻は脱穀してすぐのものを粉砕せずにそのまま使用し、タケブレンドペレットと同様の容積混合率で製造することとした。

2 ブレンドペレットの燃焼試験

燃焼試験は、当センターのスイス・シュミット(Schmid)社製ペレット焚きボイラーUTSL-150T(以下ボイラー)及び県森連に設置してある金子農機(株)製木質ペレットストーブVEL925(以下ストーブ)を使用して行った。

燃焼状態、灰残率及び灰成分は、県森連製造の木質ペレット(スギ・ヒノキ全木)と比較した。

3 ブレンドペレットの発熱量調査

発熱量は、JIS法(JIS-Z-7302)により中外テクノス(株)に委託して低位発熱量を調査した。

結 果

1 ブレンドペレットの製造試験

1) タケブレンドペレット

1:4は通常の木質ペレット同様に問題なく製造できたが、1:1については製造中にペレタイザ

ーが異常振動を起こすトラブルが発生したため、途中で製造を中止した。タケチップが繊維質で比重が重く、乾燥機内でうまく混合できなかったため、ペレタイザーに負担がかかってしまったことが原因と推察された。そのため、1:1については計画量1 m³に対して0.125 m³(75kg)程度しか製造できなかった(第1表、第1図)。

第1表 タケブレンドペレット製造結果

混合割合 (タケ:木材)	投入チップ量		製造量	
	タケ(m ³)	木材(m ³)	重量(kg)	体積(m ³)
1:4	1.00	4.00	705	1.175
1:1	2.15	2.15	75	0.125



第1図 タケブレンドペレット

製造コストは、1:4で48.7円/kg、1:1で59.3円/kgと木質ペレットの製造コスト41.8円/kg(原材料費6.4円/kg、製造費35.4円/kg:2007~2009年)と比較してコスト増となった。これは二次破砕及びふるい作業を行ったことが主な原因である。本格的な生産のためには工程を減らすため、タケをペレット造粒に適した大きさまで1回で粉砕できるチップパーの導入が必須である(第2表、第2図)。

2) 籾殻ブレンドペレット

籾殻が乾燥機やペレタイザーの中で均等に木材と混合せず、ブレンドペレットを製造した後に籾殻のみが残存した。そのため、残存量を差し引いて混合率を算出したところ、籾殻1:木材9(以下1:9)と籾殻4:木材6(以下4:6)の2種類の混合率となった(第3表、第3図)。

製造コストは、1:9で41.5円/kg、4:6で40.3円/kgと粉砕の工程がないことにより木質ペレットの製造コストより若干安くなった(第4表、第4図)。

第2表 タケブレンドペレット製造コスト

区分	コスト(円/kg)		備考
	1:4	1:1	
資材費(スギ・ヒノキ代金)	5.1	3.2	注1)
木質ペレット製造費用	35.4	35.4	注2)
1次破碎	3.2	8.0	16.0円/kg
2次破碎	1.2	3.1	6.1円/kg
ふるい+投入作業	3.8	9.6	19.2円/kg
製造コスト	48.7	59.3	

注1) 原材料費 2,900円/t×2.2t = 6,380円/t ≒ 6.4円/kg
 注2) 山口県全域を対象とした「総合的複合型森林バイオマスエネルギー地産地消社会システムの構築」実証・実験事業(山口県, 2010)

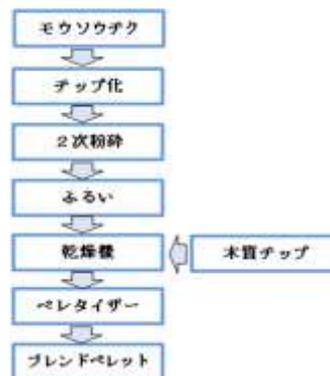
第3表 籾殻ブレンドペレット製造結果

混合割合 (籾殻:木材)	投入チップ量		製造量	
	籾殻(m3)	木材(m3)	重量(kg)	体積(m3)
1:9	0.70	5.70	770	1.283
4:6	2.10	2.80	594	0.989

第4表 籾殻ブレンドペレット製造コスト

区分	コスト(円/kg)		備考
	1:9	4:6	
資材費(スギ・ヒノキ代金)	5.8	3.8	注1)
木質ペレット製造費用	35.4	35.4	注2)
投入作業	0.3	1.1	2.8円/kg
製造コスト	41.5	40.3	

注1) 原材料費 2,900円/t×2.2t = 6,380円/t ≒ 6.4円/kg
 注2) 山口県全域を対象とした「総合的複合型森林バイオマスエネルギー地産地消社会システムの構築」実証・実験事業(山口県, 2010)



第2図 タケブレンドペレット製造工程フロー



第3図 籾殻ブレンドペレット



第4図 籾殻ブレンドペレット製造工程フロー

2 ブレンドペレットの燃焼試験

1) タケブレンドペレット

(1) 1:4はボイラーで燃焼させたが、燃焼状況は通常の木質ペレットと同様であった。約700kgの使用であったが、使用後の炉内の汚れも目視で確認できる差異はなかった。1:1は少量しか製造できなかったため、ストーブのみで試験したが、同様に問題なく燃焼した。

また、追加試験として実用性を確認するため、1:4について、当センターの金子農機(株)製木質ペレットストーブVEL925改で継続的に使用した。23日間で計約36時間(ペレット約50kg)の使用であったが、燃焼は問題なく、ストーブ内部に顕著なタール、クリンカの付着も確認できなかった(第5図、第6図)。

(2) 灰残率は木質ペレットよりも若干多く、タケの混合率が高いほど増加した。

灰成分(単体表示)はタケの混合率が高いほどカリウム、ケイ素の割合が増加し、木材の混合率が低いほどカルシウムが減少した(第5表、第6表)。



使用前



使用后

第5図 タケブレンドペレット1:4燃焼状況



使用前



使用后

第6図 タケブレンドペレット1:4燃焼状況2

第5表 ブレンドペレットの灰発生量及び灰残率

区分	ペレット タケブレンド		籾殻ブレンド		木質ペレット
	1:4	1:1	1:9	4:6	
ペレット使用量 (kg)	705	6.3062	6.1286	2.5546	17,260
灰発生量 (kg)	3.421	0.0460	0.1735	0.2652	77
灰残率 (%)	0.49	0.73	2.83	10.38	0.45

注) タケブレンド1:4及び木質ペレットについては、ペレットボイラーでの数値。それ以外はペレットストーブでの数値。

2) 籾殻ブレンドペレット

(1) ボイラーでの燃焼試験では1:9、4:6とも燃焼不良となり試験を途中で中止した。灰受けには、炭化した大量のペレットが排出されていた(第7図)。そこでストーブでも燃焼試験を実施したが、1:9、4:6とも燃焼皿に燃えかすが溜まり、灰受け皿に少量しか灰が落ちない不具合が発生した。

段々と燃焼皿に燃えかすが溜まり、投入されるペレットが詰まった(第8図)ため、人為的に溜まった燃えかすを砕いて灰受け皿に落とし、それを灰として測定した。

(2) 灰残率は、木質ペレットよりも大幅に高い結果となり、灰成分(単体表示)はケイ素の割合が増加し、カルシウムが減少した(第5表、第6表)。

3 ブレンドペレットの発熱量調査

タケブレンドペレットの発熱量は1:1、1:4とも木質ペレットとほぼ同等であった。

籾殻ブレンドペレットは、籾殻の混合割合が高いほど発熱量が低い結果となった(第7表)。

考 察

1 ブレンドペレット評価

1) タケブレンドペレット

本県の製造施設では粉碎にコストと手間がかかるため、専用の製造施設の導入等が必要であるが、発熱量については通常の木質ペレットと同等であるので、燃料としての可能性はある。ただし、資材費・運搬費などが発生すればコストはさらに増加するので、どれだけ低コストに

第6表 ブレンドペレット灰分析結果

成分名	ペレット灰(%)				木質ペレット
	タケブレンド		籾殻ブレンド		
	1:4	1:1	1:9	4:6	
カルシウム Ca	50.0	18.5	11.0	3.1	71.4
カリウム K	22.1	40.8	11.3	7.9	12.2
鉄 Fe	2.1	1.9	0.6	0.3	5.9
ケイ素 Si	8.7	21.1	73.3	86.7	2.8
マグネシウム Mg	7.7	6.0	1.3	0.5	2.6
マンガン Mn	1.0	1.0	0.5	0.4	1.9
リン P	2.9	7.5	0.8	0.4	1.0
アルミニウム Al	1.5	2.1	0.5	0.3	0.7
ストロンチウム Sr	0.4	0.1	0.1	-	0.9
硫黄 S	0.4	0.3	0.3	0.3	0.1
ルビジウム Rb	0.1	0.1	-	0.0	0.2
ナトリウム Na	2.6	0.4	0.3	-	0.1
銅 Cu	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2
ニッケル Ni	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
塩素 Cl	-	-	-	-	0.0
バリウム Ba	0.3	-	-	-	-
チタン Ti	0.1	0.1	-	-	-
亜鉛 Zn	0.0	0.1	0.0	0.0	-
ジルコニウム Zr	-	-	0.0	0.1	-
計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

注1) ペレット灰20gを分析

注2) 分析装置：蛍光X線分析装置（産業技術センター）



第7図 ペレットボイラー燃焼試験での籾殻ブレンドペレット4:6の灰状況



第8図 ペレットストーブでの籾殻ブレンドペレット4:6の燃焼状況

第7表 ブレンドペレット発熱量調査結果

ペレット種	低位発熱量	
	単位：Mj/kg	単位：kcal/kg
木質ペレット	18.80	4,490
タケブレンドペレット 1:4	18.63	4,450
タケブレンドペレット 1:1	18.67	4,460
籾殻ブレンドペレット 1:9	17.87	4,270
籾殻ブレンドペレット 4:6	16.28	3,890

注) 分析方法：JIS-Z-7302

資材を調達できるかが実用化の鍵となる。また、長期間使用した場合に炉内等の汚れが実用的な範囲（木質ペレットと同等）であるかの確認は必要である。

2) 籾殻ブレンドペレット

籾殻は粉碎せずに木質チップに混入でき、資材費・運搬費が発生しなければ製造コストについては木質ペレットの同等以下であるが、発熱量は籾殻の混合割合が高いほど低くなり、さらに灰分の94%を占める表面に集積しているガラス質のケイ酸（寺嶋，1998）が原因と考えられる多量の燃えかすが発生するなど問題が多く、1割の混入であっても木質ペレット用機器で燃料として使用することは困難である。

また、籾殻を粉碎して表面のケイ酸層を破壊して混入しても、ケイ酸の特性（本郷ら，2012）

から、最終的結果は同じであったと推察される。もし使用できる可能性があるとすれば、籾殻ブレンドペレットの燃焼特性に合わせた機器を開発することと、大量に発生する灰の用途が確立できた場合のみである。

摘要

未利用資源であるタケ、籾殻とスギ・ヒノキを混ぜてブレンドペレットを製造し、燃料として実用化できる可能性があるかを検証した。

その結果、タケブレンドペレットについてはタケの粉碎にコストがかかり、専用の製造施設の導入等が必要であるが、発熱量については木質ペレットと同等であるので、燃料として利用できる可能性はある。

籾殻ブレンドペレットについては、製造コストは木質ペレットより少し低いが、籾殻の混合割合が高いほど発熱量が低くなった。また、多量の燃えかすが発生するなど問題も多く、通常の木質ペレット用機器で燃料として使用することは困難である。

引用文献

- 小宮山宏・迫田章義・松村幸彦. 2003. バイオマス・ニッポン. 日刊工業新聞社. 2:86-90.
- 佐渡靖紀. 2003. 山口県におけるモウソウチク林の拡大状況－新南陽市和田地区周辺の調査事例－. 山口県林業指導センター林業試験研究発表集: 70-79.
- 寺嶋芳江. 1998. シイタケ菌床培地基材としての粉碎もみ殻の性質. 千葉県林業試験場研究報告第9号: 35-39.
- 本郷照久・山崎淳司・山崎章弘. 2012. 米もみ殻灰からの高機能性 VOC 吸着剤の開発. Review of Asian and Pacific Studies No37. 成蹊大学アジア太平洋研究センター:183-194.
- 山口県. 2002. やまぐち森林バイオマスエネルギープラン: 123-139.
- 山口県. 2010. 山口県全域を対象とした「総合的複合型森林バイオマスエネルギー地産地消社会システムの構築」実証・実験事業. 3. 4. 3:100-107.
- 山中啓介・笠松浩樹. 2007. 島根県における竹林拡大の実態とその要因. 島根県中山間セ研報告. 3:27-32.
- 山本哲朗・楠木覚士・鈴木素之・島重章. 2004. 現地調査と航空写真に基づく山口県内の竹林分布とその周辺環境への影響. 土木学会論文集No.776. VII-33

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

1 投 稿 者

投稿者は、山口県農林総合技術センター職員又は当場の職員であった者（以下「職員」という）に限る。ただし、共同執筆者に職員以外の者を含むことは差しつかえない。

2 論 文

- (1) 研究報告に掲載される論文は、完了又は実施中の試験研究課題で得られた成果についてとりまとめた報文ないし、短報で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) 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。
- (3) 特別研究報告は、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とする。
- (4) 研究論文の内容に、国の助成を受けて得られた成果が含まれている場合には、その旨脚注に明記する。

3 論文の採否及び掲載の順位

- (1) 研究報告に掲載する論文は、編集委員会において採否及び掲載の順位の場合を作成し、農林総合技術センター所長（以下「所長」という）が決する。
- (2) 特別研究報告に掲載を希望する論文は随時受付を行い、編集委員会において採否の場合を作成して所長が決する。

4 原稿の提出及び作成等

- (1) 原稿は、所属室・部長の校閲を受けた上で、編集委員会事務局に提出しなければならない。
- (2) 原稿は、作成要領に基づいて執筆するものとする。原稿の刷り上がりページ数は、図表を含め原則として 6 ページ以内とし、短報は 2 ページとする。
- (3) 編集委員会は、必要と認めた場合には著者に原稿又は図・表の修正を要求し、あるいは説明を求めることができる。
- (4) 編集委員会は、提出された原稿の内容に基づき、報文と短報の区分替えを行うことができる。

5 構成及び印刷

- (1) 著者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。

※ 特別研究報告 : 博士論文相当の研究報告

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
Chairman

刀 禰 茂 弘
Shigehiro TONE

編集委員

弘 中 久 史 石 光 照 彦
Hisashi HIRONAKA Teruhiko ISHIMITSU

永 久 栄 作 西 一 郎
Eisaku NAGAHISA Ichirou NISHI

谷 崎 司 藤 本 和 正
Tsukasa TANIZAKI Kazumasa FUJIMOTO

井 上 浩 一 郎 倉 重 威 見
Kouichirou INOUE Takemi KURASHIGE

刀 禰 茂 弘 元 永 利 正
Shigehiro TONE Toshimasa MOTONAGA

角 田 佳 則 右 田 哲 文
Yoshinori SUMIDA Tetsubun MIGITA

山口県農林総合技術センター研究報告
第5号

発行日 2014年3月

発 行 山口県農林総合技術センター
〒753-0214 山口県山口市大内御堀1419
T E L 083-927-0211
F A X 083-927-0214

BULLETIN OF THE YAMAGUCHI PREFECTURAL AGRICULTURE & FORESTRY
GENERAL TECHNOLOGY CENTER

No5 March
CONTENTS

- 501 Studies on the Development and Stabilization of Corporation Management in Character with Yamaguchi
Takeo KUBO, Kazuoki TAKAHASHI, Hiroyoshi FUJITA, Makoto HASHIMOTO, Toru ZENIMOTO, Akihiko IKEJIRI, Maiko SUGITA, Hiroyuki TADA, Tsuyoshi KOBAYASHI, Satoshi KATAKAWA, Kouji DOUZEN, Toshio TORII, Masayuki KATAYAMA, Yousuke MAEOKA, Misako NISHIDA, Noriko FURUHASHI, Kiyotaka KOBAYASHI, Kimiko NAKAMURA, Natsuko HARADA, Yoshiya AKASHI, Machiko ARIYOSHI, Miyuki OOSAKI, Hisashi TAMURA, Kazuyoshi SHIRAISHI, Takahisa FUJIMOTO, Hideaki YOSHIYAMA, Yutaka TERAYAMA and Eisaku NAGAHISA 1
- 502 The relationship between forest thinning and bark-stripping damage caused by Sika deer (*Cervus Nippon*) to trees in artificial plantation forests
Hiroyuki TADO, Takuo HIRONAGA, Noboru KOEDA and Eiji HOSOI 17
- 503 Antioxidant value of breast meat of the 'Choshu Kurokashiwa' chicken produced in Yamaguchi Prefecture
Akira OKAZAKI, Masao SEKIYA and Naoya ITO 28
- 504 Factorial Elucidation Related to Variability of the Functionality in Cooking Process of Yamaguchi Prefecture's Agricultural Products
Tatsuya HIRATA 32
- 505 Cultivation of "Yamaikukuro2gou" for a black cooking soybeans
Masayasu HAJIMA, Tatsuya HIRATA, Akihiko IKEJIRI, Maiko SUGITA, Masayuki KATAYAMA and Kazuhiko KANEKO 40
- 506 A simple method of net covering to protect blueberries from harmful insects
Miwa IZUHO, Masayuki KATAYAMA, Yukio NAKATANI and Takeshi HATANAKA 50
- 507 Establishment of an Integrated Pest Management System for Major Insect Pests in Open Field Eggplants Using Insectary Plants
Toshikazu KAWAMURA, Yoshimitsu HIGASHIURA, Yoshiyuki HONDA and Miwa IZUHO 57
- 508 Long-term Storage of the Medium-late Maturing Citrus 'Setomi'
Yasuhiko KANETSUNE, Yoshio OKAZAKI and Takatsugu FUJIMOTO 66
- 509 Effect of Shortening the Period of Night Cooling on the Quality of Rose Cut Flowers, in Summer
Takeshi SUMII 73
- 510 Two Year Continuous Cultivation of Carnations by Harvesting at Lower Positions and Pruning
Kaori MATSUI, Tetsurou MATSUMOTO and Hirohumi SHIMOTORI 78
- 511 Pasture Establishment Techniques Using Grazing Cattle in Abandoned Cultivated Lands
Kumiko HIKITA, Tomoko FUJII and Yoshiko SHIMADA 86

- 512 Low-cost Fertilization Technology in Forage Crop Cultivation Utilizing Poultry Manure Compost
Ichiro AKITOMO, Tomoko FUJII, Yuka OKAMURA and Tsukasa TANIZAKI 92
- 513 Studies on the Use of Unused Resources in Blended Woody Pellets as Fuel
Hideaki SAKUMA and Masaru MURAKAMI 106