

ISSN 2185-0437

山口県農林総合技術センター研究報告

第7号

平成28年3月

BULLETIN OF THE YAMAGUCHI PREFECTURAL AGRICULTURE & FORESTRY
GENERAL TECHNOLOGY CENTER

No. 7

March, 2016

Yamaguchi Prefectural Agriculture & Forestry General Technology Center

Ouchi Hikami, Yamaguchi City, Yamaguchi Prefecture, Japan

山口県農林総合技術センター

山口県山口市大内氷上一丁目1番1号

山口農林総技セ研報

Bull. Yamaguchi Agri.

& For. Gen. Tech. Ctr.

山口県農林総合技術センター研究報告(平成 28 年 3 月)

目 次

701	地下水水位制御システムの維持管理方法について 橋本 誠・同前 浩司・銭本 徹・久保 雄生	1
702	適正かつ安全なため池管理手法に関する研究 橋本 誠	8
703	新規侵入害虫チュウゴクナシキジラミの防除技術の確立 出穂 美和・岩本 哲弥・殿河内 寿子・本田 善之	18
704	カンキツ「南津海」におけるさび果病の防除対策 村本 和之・兼常 康彦・棟居 信一	24
705	底面給水栽培の水管理と液肥組成がシクラメンの生育・品質に及ぼす影響 松本 哲朗・松井 香織	31
706	県内黒毛和種繁殖雌牛の血統構成調査と交配に関する研究 大元 義彦・宮崎 元志・中谷 幸穂・西村 隆光	36
707	地域資源を活用した高品質な県産和牛肉のブランド化 宮崎 元志・西村 隆光・中谷 幸穂・岡崎 亮	42
708	食品循環資源を活用した肉豚肥育技術 宇高 優美・秋友 一郎・岡崎 亮	49
709	低コスト造林技術に関する研究 (I) — 列状地拵え・列状植栽による低密度植栽試験 — 大池 航史	57
710	低コスト造林技術に関する研究 (II) — ヒノキコンテナ苗を活用した低コスト造林の可能性 — 大池 航史	65
711	伐倒を伴わないカシノナガキクイムシ逸出抑制法の開発 杉本 博之	75

地下水位制御システムの維持管理方法について

橋本 誠*・同前 浩司**・錢本 徹***・久保 雄生

A Method for the Maintenance of Farm-Oriented Enhancing Aquatic System

Makoto HASHIMOTO, Kouji DOUZEN, Tohru ZENIMOTO and Takeo KUBO

Abstract: In this study, we examine a maintenance method that would help resolve an urgent issue faced by representatives and people involved in water management of village farming corporations, who participated in a questionnaire introducing the farm-oriented enhancing aquatic system (FOEAS) in Yamaguchi. In order to using FOEAS, the highly urgent issue was “the FOEAS function maintenance” and technology linked to its sustainability. Bamboo charcoal has a higher durability than rice hull as a filter material, making it suitable for the FOEAS function maintenance. The simple restoration work of the supporting underdrain can restore the FOEAS function and maintain a stable water level in the soil. Flushing the pipe can reduce the sedimentation of earth and sand. However, it is necessary to install a guide pipe for flushing the entrances of not only the pipes in the main and branch lines but also of those in its connections. Thus, the FOEAS function maintenance methods are suggested as follows: 1) a high durability of filter material which does not cause problems, 2) periodic restoration work of the supporting underdrain, and 3) regular flushing of the pipes.

Key Words : bamboo charcoal, filter materials, supporting underdrain

キーワード : 補助孔、疎水材、竹炭

緒 言

水田農業における経営安定化に向けた輪作体系の取組は、水稲・麦・大豆と野菜の組み合わせを中心に展開している。しかし、転作田の活用の際、土壌条件や水理条件などの制約を受けることも少なくない。

これらに対応する技術として、地下水位制御システム（以下、「FOEAS」という）が開発され、全国各地で導入されている。FOEAS は、従来の暗渠による排水機能に加え、給水機能を有し、地表面を基準として-30cmから+20cmの地下水位を調節するシステムで、本県では耐久性向上対策や竹繁茂対策として、地中パイプの

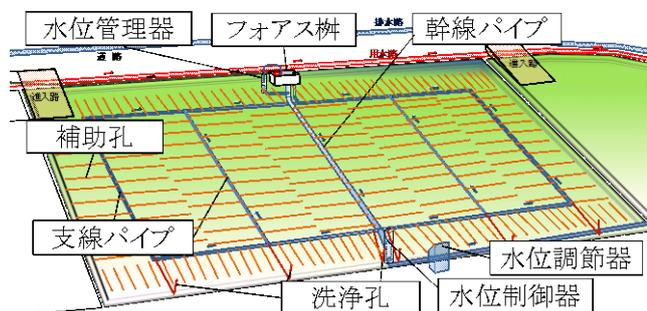
疎水材に竹炭を使用している（第1図、第2図）。

FOEASに係る研究は、大豆や麦を対象にFOEASの給水・排水機能（以下、「FOEAS機能」という）の効果について検証され、近年は、FOEASを導入した転作田におけるタマネギ栽培などを対象に、栽培上の課題解明に向けた研究（古橋ら, 2010）など、研究蓄積は進んでいる。また、中央農業総合研究センターがFOEASの活用マニュアル（農研機構, 2014a）を公表し、野菜茶業研究所はシンポジウム内で、関係研究成果を集めた資料（農研機構, 2014b）を公表し、普及が図られている。

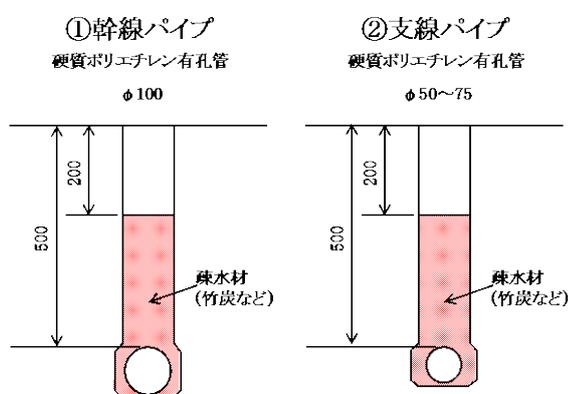
一方、FOEAS導入後の経年変化や田畑輪換により、補助孔（弾丸と弾丸上の隙間（以下、「スリット」とい

*現在：農林水産部農林水産政策課・**現在：柳井農林事務所・***現在：農林水産部農村整備課

う)) の閉塞や疎水材の腐食などが生じ、FOEAS 機能が低下することが指摘されているものの、FOEAS 機能の維持回復に向けた研究は十分ではない (第3図)。

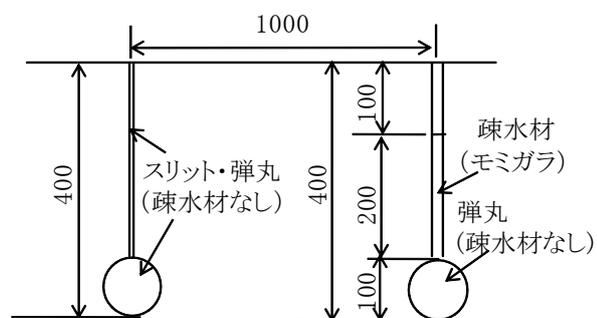


第1図 FOEASの概略鳥瞰図



(単位:mm)

第2図 地中パイプの概略断面図 (山口県)



(単位:mm)

第3図 補助孔の概略断面図 (山口県)

そこで、本研究は、FOEAS を活用する上で、重視すべき維持管理方法を提案することを目的として実施した。

本研究において、法人関係者の方々には、アンケート調査や疎水材調査などに対し、多大なご協力をいただいた。また、FOEAS を活用する上で、課題解決に繋がる貴重なご意見をいただき、厚く御礼を申し上げる。

材料および方法

1 アンケート調査と分析方法

本県では、2005年に長門市(0.4ha)で導入以降、FOEAS導入面積は284ha(2015年3月)に達している。輪作体系を展開する上でのFOEASの課題を明らかにするため、FOEAS導入から2年目以降の集落営農法人(以下、「法人」という)の代表者など(県下16法人の代表者と水管理担当者の計43人)を対象としたアンケート調査を行った(2014年8月28日~9月9日)。項目は、これまでのFOEAS研究において効果および課題として指摘された事柄をもとに25項目を選定した。また、導入前の「期待」と導入後の「評価」との乖離から、CS分析(CS分析とは、項目別満足度と総合満足度から、重点改善領域を抽出する分析手法で、満足度を構成する各要素毎の「満足度」を縦軸、総合満足度と各要素毎の関係の強さを横軸にとり、各要素をプロットして重点的に改善すべき要素を明らかにする)を用いて、農業者の改善要望が高い課題を整理するとともに、当該課題解決のために必要な対策を検討した。

2 FOEASの維持管理方法の検討

アンケート調査の結果、改善要望の高い課題として整理されたFOEAS機能を維持する技術を検討するため、以下の3項目について、調査を行った。

1) 疎水材の適用性評価

県内6地区(美祢市東厚保、山口市昭和東、光市東荷、山口市片山、下関市檜崎、長門市河原)において、モミガラ(標本数25)と竹炭(標本数35)の腐食率に着目して、疎水材としての適用性を評価した(2011年~2014年)。腐食率は、 $1 - (\text{NaOH}10\% \text{溶液に} 24 \text{時間浸水後重量}) / (\text{NaOH}10\% \text{溶液に} 24 \text{時間浸水前重量}) \times 100$ で求め、経過年数毎の平均値を算出した。

2) 補助孔再生作業と土壌水分の関係

山口市仁保の裸麦を栽培するFOEASほ場(水位設定なし)およびキャベツを栽培するFOEASほ場(水位設定-30cm)において、簡易な補助孔再生作業であるチゼルプラウ施工の有効性について、土壌水分ポテンシャル(以下、「土壌水分」という)の推移に着目して評価した。

裸麦の栽培期間は2013年11月26日~2014年5月28日、キャベツの栽培期間は2014年8月28日~2014年11月7日とした。土壌水分の計測は、(株)ヒロセ理化社製自記テンシオメータにより、畝上-20cmの位置を測定した(1区2反復)。

3) 地中パイプ内の土砂堆積状況と洗浄方法の検討

山口市仁保のほ場において、地中パイプ内の土砂の堆積状況について、洗浄作業前後（洗浄前6月10日、洗浄後6月12日）と移植水稻栽培後（10月22日）に、地中パイプ3か所の周囲の土砂を掘削し、パイプを幅5cm、長さ10cm程度に切開して調査し、閉塞率を求めた（2013年）。試験ほ場では、前年に大豆、裸麦、調査年は移植水稻を栽培し、移植水稻栽培前に洗浄作業を行い、洗浄方法の課題を整理した。

結果および考察

1 アンケート調査

1) 調査の回答者と所属法人の概要

回答者が所属する各法人の経営面積（平均）は45.0ha、うちFOEASほ場は13.8haで、経営面積の30.7%を占める（第1表）。

第1表 調査対象法人の経営規模（平均値）

経営面積 (ha)		FOEAS面積 (ha)			
経営面積 (ha)	45.0	FOEAS面積 (ha)	13.8		
水稲	31.4	(FOEAS導入を契機に取組んでいる作物・面積)			
麦	14.2				
大豆	6.7			麦・大豆等	6.0
野菜	1.7			野菜	1.3

営農形態は主に水稲（31.4ha）で、麦（14.2ha）や大豆（6.7ha）など転作作物は計22.6ha（経営面積の50.2%）に及ぶ。野菜はキャベツ、ハクサイ、ジャガイモ、ニンジン、ナスなどが取り組まれ、野菜栽培面積（1.7ha）に占めるFOEASほ場（1.3ha）の割合は76.5%に達することから、野菜栽培に取り組み上でFOEAS導入が貢献していることが示唆される。

2) 農業者によるFOEAS機能の評価と課題

FOEAS導入に伴う効果に対する「期待」と導入後の「評価」を5段階（「1：全く思わない、2：あまり思わない、3：ふつう、4：少し思う、5：とても思う」）でたずねた結果、14項目で導入後の「評価」が導入前の「期待」を上回り、特に、FOEASが「収穫作業の計画性向上（番号：17、18）」に貢献していることが明らかとなった（第2表）。

一方、「FOEAS管の洗浄（番号：23）」や「補助孔の再施工（同：24）」、「額縁明渠等の排水対策（同：25）」に対する認識は、導入後の方が低かったことから、FOEASを維持管理の不要なシステムとして捉えていた

ことが示唆される（第2表）。そのため、農業者に対し、FOEASほ場において、定期的な維持管理や額縁明渠などの排水補助対策が必要であることを、周知および指導を徹底する必要がある。

また、有意差はないが、「排水効果が維持できる（番号：4）」、「土壌に関係なく給排水機能が発揮できる（同：7）」に対する評価はマイナスの値が大きく、これらの機能がFOEAS導入時の期待に応えきれていないことが示唆された（第2表）。

第2表 FOEAS機能に関する導入前後の評価

番号	項目	評価（平均値）		差	判定
		導入前	導入後		
1	排水の労力負担が減る	4.07	4.19	0.12	
2	排水時間が短縮する	4.05	4.07	0.03	
3	降雨後排水待ち時間が短縮する	3.88	4.10	0.21	
4	排水効果が維持できる	3.68	3.18	-0.50	
5	給水の労力負担が減る	4.15	3.98	-0.17	
6	給水時間が短縮する	4.07	3.79	-0.29	
7	土壌に関係なく給排水機能が発揮できる	3.78	3.43	-0.36	
8	用水量が慣行より減る（水稲）	3.53	3.40	-0.13	
9	用水量が慣行より減る（畑作）	3.63	3.80	0.17	
10	水管理回数が減る（水稲）	3.98	4.08	0.10	
11	水管理回数が減る（畑作）	3.78	3.93	0.14	
12	収穫作業の労力負担が減る（全般）	3.41	3.59	0.17	
13	収穫作業の時間が短縮する（全般）	3.43	3.40	-0.02	
14	除草作業の労力負担が減る	3.14	3.05	-0.10	
15	作業精度が向上する（全般）	3.43	3.65	0.23	
16	耕起播種作業の計画性が向上する（畑作）	3.74	3.93	0.19	
17	収穫作業の計画性が向上する（水稲）	3.73	4.10	0.38	[*]
18	収穫作業の計画性が向上する（畑作）	3.61	4.10	0.49	[*]
19	収量が増加する（全般）	3.36	3.50	0.14	
20	品質が向上する（全般）	3.40	3.52	0.12	
21	新規品目を導入できる	3.64	3.90	0.26	
22	水位設定が容易である	4.07	4.05	-0.02	
23	定期的なFOEAS管洗浄は不要	3.23	2.60	-0.63	[*]
24	補助孔の再施工は不要	3.26	2.56	-0.70	[*]
25	額縁明渠等の排水対策は不要	3.43	2.76	-0.67	[*]

注1) 表頭「差」は、評価（平均値）の導入後の値から導入前の値の差。

注2) 検定は、母平均の差の検定（対応のある場合）で実施。[*]は5%水準で有意差あり。

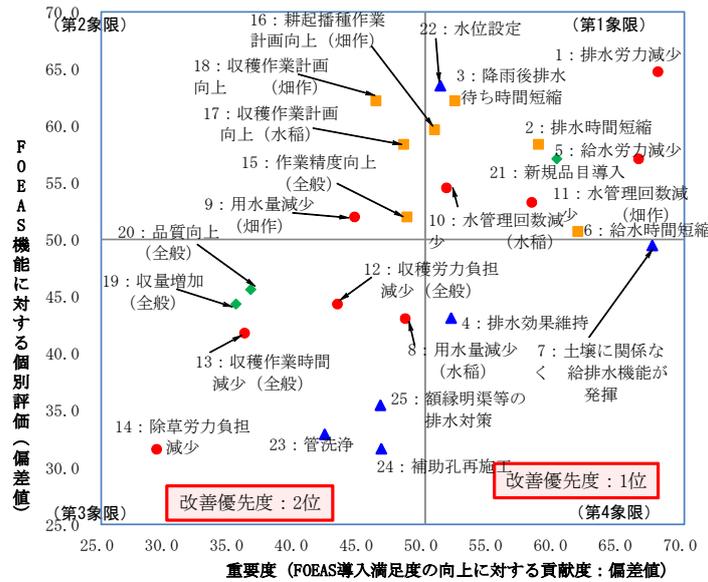
これらの結果に基づき、回答者のFOEASに対する総合評価と、25項目それぞれに対する評価との関係について、CS分析を用いて評価した。FOEAS機能に対する個別評価が低かった「補助孔の再施工」や「FOEAS管の洗浄」など、FOEAS機能を継続的に維持する技術提案が必要であると考えられた（第4図）。

2 FOEASの維持管理方法の検討

1) 疎水材の適用性評価

補助孔の疎水材には、一般的にモミガラが使われている。モミガラは、入手が容易で透水性が大きい一方、碎石などに比べ耐用年数が短く、圧縮などが生じ、通水障害を引き起こす可能性がある（農林水産省構造

地下水水位制御システムの維持管理方法について

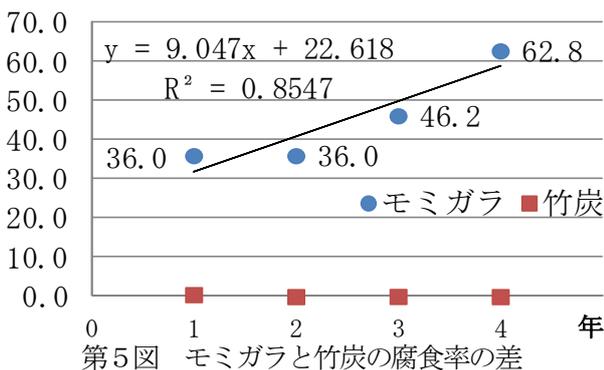


第4図 CS分析から捉えたFOEASの課題

注1) 図中の凡例は、スペースの都合で表2内の「項目」を省略化させて記載した。
凡例の前の値は、表2内の番号を示す。
2) 凡例の「▲」は、FOEASの維持管理に係る項目、「●」は労力負担の軽減に係る項目、「■」は作業精度に係る項目、「◆」は経営確立に係る項目であることを示す。

改善局, 2000)。そうしたことは、FOEAS 機能の低下につながると思われる。そこで、モミガラと竹炭を疎水材として用いた場合の腐食率（平均値）について、FOEAS 導入後の経過年数毎にプロットした結果、モミガラの腐食率（36.0%～62.8%）は竹炭の同値（0%～0.5%）と比べて高く推移しており、モミガラに比べ竹炭は耐久性が高かった（第5図）。モミガラの腐食率と経過年

腐食率(%)



第5図 モミガラと竹炭の腐食率の差

数は、一次式で近似可能であり、9年程度で腐食率が100%に達することが推測される。

このことから、疎水材として、竹炭の適用性は高く、竹炭を用いることで FOEAS 機能の長期安定化が図られ、疎水材の補填作業（再施工）に係るコスト抑制が期待できる。

一方、モミガラの腐食率は、FOEAS 施工4年後で急激に上昇したことから、分析対象地における FOEAS 機能回復の取組は、導入後4年程度、経過した段階で検討することが望ましい。

2) 補助孔再生作業と土壌水分の関係

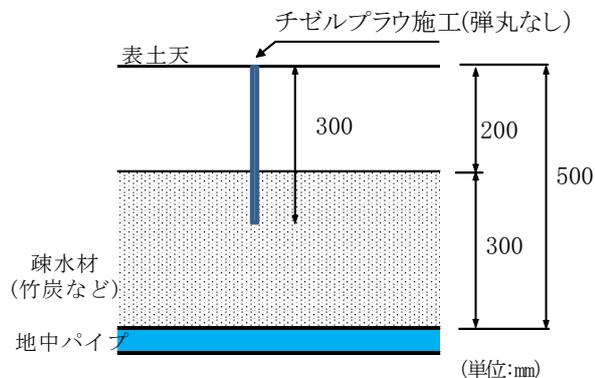
疎水材のない補助孔は、FOEAS 施工後3～4年目の段階で閉塞し、断面が確認できないものもあった（第6図）。疎水材の腐食や補助孔（弾丸およびスリット）



第6図 補助孔の状況（美祢市東厚保：施工3年後）

の閉塞は、経年的に FOEAS 導入ほ場に共通して生じる課題である。また、水稻栽培に伴う代かき作業により、不透水性の耕盤（鋤床層）が形成され、排水不良が生じる可能性がある（農林水産省構造改善局, 2000）。そのため、FOEAS 機能の低下に対し、定期的に補助孔再生を行う必要がある。しかし、モミガラ弾丸暗渠の施

工は作業性やコストの観点から恒常的な活用が難しく、農業者が定期的かつ容易に実践できる補助孔再生作業が必要である。そこで、チゼルプラウを用いた対策方法（爪のみで地中パイプに直交させ、表土から深さ30cmの亀裂を1m間隔に施工）の有効性を検証した（第7図、第8図）。



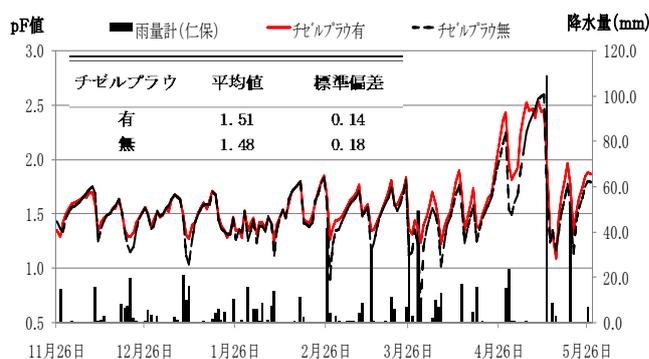
第7図 チゼルプラウ施工概略断面図



第8図 補助孔再生作業（チゼルプラウ）

裸麦を栽培するFOEASほ場（水位設定なし）の栽培期間中における土壌水分の平均値は、補助孔再生作業「有：1.51」、「無：1.48」で、5%水準で有意差があった（t検定）。チゼルプラウを施工した方が、土壌水分は栽培期間を通して有意に乾燥側で推移し、変動幅も小さかったことから、チゼルプラウ施工が排水機能に貢献し、作物の生育障害を回避することができた（第9図）。

また、キャベツを栽培するFOEASほ場（水位設定-30cm）の栽培期間中における土壌水分の平均値は、補助孔再生作業「有：2.03」、「無：2.21」で、0.5%水準で有意差があった（t検定）。チゼルプラウを施工した方が、土壌水分は栽培期間を通して有意に湿潤側で推移し、変動幅も小さかったことから、チゼルプラウ施工がかんがい機能に貢献し、土壌の水分状態を安定的に保つことができた（第10図）。これらのことから、



第9図 裸麦栽培の補助孔再生と土壌水分



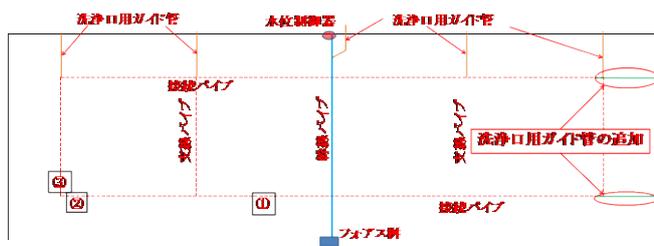
第10図 キャベツ栽培の補助孔再生と土壌水分

定期的に補助孔再生作業を行うことでFOEAS機能の維持・回復が可能であり、その際、導入する技術は、従来のモミガラ弾丸暗渠以外の方法でも有効なことが確認できた。

なお、当該作業に係る作業時間は、56min/10aであった。補助孔再生作業は、一般的に、ほ場に対し、長辺方向の方が、旋回回数が少なく短時間で施工できる。しかし、FOEAS機能がほ場全体の均一性を確保するためには、幹線・支線パイプに直交する短辺方向に施工し、地中パイプの疎水材と交わる形で施工することが望ましい（第7図）。

3) 地中パイプ内の土砂堆積状況と洗浄方法の検討

暗渠機能低下の要因の一つに、パイプ内の土砂の堆積が挙げられる（農林水産省構造改善局、2000）。そこで、FOEAS導入後6年が経過した地中パイプ内の土砂の堆積状況について、洗浄作業前後および水稻栽培後で確認し、洗浄作業の課題を検討した（第11図）。土砂の堆積は、全3地点で認められ、曲線部分（第11図-②③）で堆積量が多く確認された（第3表）。さらに、水稻栽培後に確認したところ、堆積土砂は増加しておらず、疎水材への土粒子の混入もなかったことから、代かきにより疎水材やパイプが閉塞する可能性は低く、不透水層による影響が懸念される（第3表）。



第11図 パイプ内確認か所と洗浄口用ガイド管



第13図 洗浄作業の状況

第3表 パイプ内の土砂の堆積状況

項目	区分	調査箇所		
		①	②	③
堆積土 砂厚 (cm)	洗浄前	0.5	1.0	1.5
	洗浄後	0.5	0.8	0.1
	水稻収穫後	0.5	0.8	0.1
閉塞率 (%)	洗浄前	95.2	100.0	100.0
	洗浄後	95.2	100.0	24.0
	水稻収穫後	95.2	100.0	24.0

注) 閉塞率(%)は、パイプの孔(10か所)に対する目詰まりか所の割合

次に、洗浄機を用いて幹線・支線パイプ内の洗浄作業を行った結果、洗浄効果は、幹線・支線方向(③)で高く、接続パイプ方向の2地点(①、②)ではほとんど効果が確認されなかった(第3表、第12図)。洗浄機の先端ノズルの長さが8cmあり、先端が曲部を通過することが物理的にできない(第11図)ことから、接続パイプ方向にも洗浄口用ガイド管を設置する必要がある(同前, 2014)。



第12図 パイプ内の土砂の堆積状況(洗浄前)

なお、当該作業について、機材の賃借料(6,000円/day)や作業員2名の労賃(オペ:1,000円/h、補助者:800円/h)、1日の作業時間を8時間と設定し、計算したところ、20,400円/dayの費用を要する。また、洗浄作業時間(49min/10a)から1日8時間として、約1ha洗浄作業を行うことができる(第13図)。

3 まとめ

畑作物を栽培する上で、FOEAS機能を最大限発揮するには、いかにほ場の土壌水分状態を均一に制御できるかであり、その点から、補助孔を維持・回復させる取組は最も重要であると考えられる。

FOEAS導入に伴い、作業計画性の向上効果を活用し、輪作体系に取組むことで、農業生産性の向上などが期待できる。ただし、FOEAS機能だけでなく、畝づくりや額縁明渠などの営農作業、隣接地からの流入水や湧水処理対策などの条件整備は必要である。さらに、ほ場の団地化を行い、隣接ほ場の影響を軽減させるなど、営農管理上、良好な環境を整えることも重要である。

本研究では、輪作体系の構築に向けてFOEASを活用するため、FOEAS機能の維持・回復に係る維持管理方法について検討した。今後、FOEASを農業者がより利用しやすく有効活用する上で、維持管理方法の頻度や機能診断方法、また、補助孔疎水材の補充方法などが、重要な課題である。

摘要

山口県内の地下水水位制御システムを導入した集落営農法人の代表者や水管理担当者に対するアンケート調査から、改善要望の高い課題を解決するための維持管理方法を検討した。

FOEASを活用する上で改善要望の高い課題は、「FOEAS機能の維持」で、継続的に機能発揮する技術であった。

モミガラに比べ竹炭は、疎水材として耐久性が高く、FOEAS機能の維持に有効である。

簡易な補助孔再生作業は、FOEAS機能を回復し、土壌の水分状態を安定的に保つことができる。

パイプ内の洗浄作業は、堆積土砂を軽減できる。しかし、洗浄口用ガイド管は、幹線・支線パイプ方向のみでなく、接続パイプ方向にも設置する必要がある。

FOEASの維持管理方法として、1. 疎水材は耐久性が高く、営農に支障のないものを使用する、2. 補助孔再生作業を定期的に行う、3. 地中パイプを定期的に洗浄する、ことが挙げられる。

引用文献

- (独) 農業・食品産業技術総合研究機構. 2014 a. 水田輪作における地下水位制御システム活用マニュアル. 農研機構中央農業総合研究センター. 茨城.
- (独) 農業・食品産業技術総合研究機構. 2014 b. FOEAS・OP SIS を活用した露地野菜安定生産技術. 農研機構野菜茶業研究所. 三重.
- 同前浩司. 2014. 地下水位制御システム(フォアス)のパイプ内洗浄効果と改善策について. 農村振興第775号. 30-31.
- 古橋典子・吉村美沙子ら. 2010. 新たな地下かんがいシステム(FOEAS)を活用したタマネギの平畝栽培. 園芸学研究. 9 (別2) . 179.
- 農林水産省構造改善局. 2000. 土地改良事業計画設計基準・計画「暗きょ排水」. (社) 農業土木学会. 東京.

適正かつ安全なため池管理手法に関する研究

橋本 誠*

Study of Appropriate and Safe Management Techniques for Ponds

Makoto HASHIMOTO

Abstract: In the present study, practical management and storage of pond water were investigated for the establishment of appropriate and safe pond management techniques. Many of the small-scale ponds in the Yamaguchi Prefecture have no administrator. Therefore, it is necessary that the ponds are managed in accordance with actual usage. For the proper maintenance of ponds, it is necessary to ensure the safety of the facility as well as appoint a pond administrator. It is important to prepare the drainage operation in advance using drainage facilities or a siphon tube as disaster prevention measures during heavy rain. For the effective management of low level of the pond, water depth estimation techniques have been devised, and criteria for maintaining a low water level have been proposed. The proposed indicators were confirmed for efficient management of local ponds.

Key Words : low water level management, pond management index

キーワード : 低水位管理、貯水深早見表

緒 言

山口県には、2015年度現在で9,995か所ため池が存在する。ため池では、主に豪雨に伴う被災の未然防止を目的として、改修工事といったハード対策が実施されている。しかし、ため池数が多いことから、時間も費用も膨大に要するため、補完するソフト対策の構築が必要である。

本県には、各ため池毎の特徴を表す諸元を記載したため池台帳はあるものの、データ分析は行われておらず、管理実態や課題を踏まえたため池管理に関する研究は行われていない。

また、防災目的でため池の水位を下げること（以下、「低水位管理」という）は、営農目的で農業用水を確保することと相反するため、管理者に容易に受け入れられるとは考えにくい。しかし、ため池の老朽化や下流農地の宅地化などを考えると、農業用水とため池の

安全性を確保する対策は、重要かつ急務である。

本県では、梅雨時期前に、危険ため池パトロールを実施し、改修前のため池の管理者に対し、低水位管理を含め安全な貯水管理の実施を指導している。しかし、低水位管理に必要な管理指標など、十分な研究は行われていない。

本稿では、県内ため池の特徴を把握し、維持管理に係る課題を踏まえ、適正かつ安全なため池管理を提案し、県内ため池の貯水深調査から、低水位管理に係る管理指標を検討し、低水位管理の有効性を検証したので、その内容を報告する。

本研究の実施にあたり、ため池管理者や関係機関の方々には、アンケート調査の回答や現地調査に対する強力なご協力をいただいた。また、ため池を適正かつ安全に管理する上で、課題解決に繋がる貴重な御意見をいただいた。ここに記して深く感謝の意を表す。

*現在：農林水産部農林水産政策課

材料および方法

1 ため池管理

1) 諸元データの分析

ため池台帳の管理対象である 9,995 か所について、貯水量、受益面積、受益戸数に着目し、県内ため池の特徴を整理した。また、洪水吐と取水施設の状況や排水能力から、ため池施設の実態と課題を整理した。

2) アンケート調査

諸元データ分析を踏まえ、県内ため池の多くは小規模なため池が多く、管理者不在のため池も存在する。そこで、アンケート調査は、ため池台帳内から農業用水としての使用実態が高く、貯水量 1,000m³以上で下流に人家・公共施設のあるため池 2,177 か所のため池管理者を対象として実施した（回収 1,277 か所、回収率 58.7%）。本調査は、維持管理上の課題を明らかにするため、貯水目安や管理参画者数、管理に関する課題や管理作業負担の大小などを調査項目とした。

3) サイホンによる排水管理の検証

ため池の排水管理は、ため池に設置されている取水施設と持ち運び可能なサイホンや水中ポンプなどが一般的である。県農林水産部農村整備課が所有するサイホン（直径 150mm）を用いて、排水能力の現地検証を行い、排水管理に関する課題を整理した。

2 低水位管理

1) 適正かつ安全なため池管理手法の確立

ため池 18 か所にて、米国オンセットコンピュータ社製圧力式水位計、ため池 10 か所にて、同社製雨量計により貯水深と降水量を計測した。調査結果から、用水利用期間におけるため池の洪水調節機能と降雨に伴う貯水深推定手法、貯水率減少割合から低水位設定手法の検討を行った。

また、現地調査ため池の下流水路について、排水に伴う危険性を確認した。

2) 低水位管理の検証

長門市河原 5 ため池において、低水位管理を検証した。本ため池は、ため池台帳によると、貯水量 6,900 m³、受益面積 5.0ha、受益戸数 12 戸である。ため池管理者に聞き取りしたところ、管理参画者は 3 名で、受益戸数は 2 戸に減少し、受益面積も 5.0ha から 1.0ha に減少している。取水期間は 4/20～8/20 の 122 日間、受益農地のため池からの取水割合は 100% で、依存度は高い。そこで、2013 年と 2014 年に、低水位管理（既設の取水

施設（ため池栓）を一部開放し、常時満水位から 0.4 m 下がり（貯水率 81%）を通常貯水深とする）を実施し、その効果などを検証した。

また、2013 年 7 月 28 日に山口県・島根県で、記録的な豪雨となり、各地で河川の氾濫や土砂災害による家屋の倒壊や、道路などの被害が多数発生した。県内で被害が多かった萩市と阿武町における、6 か所のため池現地調査結果から、降雨前の貯水深と防災効果について、検討を行った。

結果および考察

1 ため池管理

1) 諸元データの分析

本県のため池は、貯水量 500m³未満が 48.1%、受益面積 0.5ha 未満が 52.8%、受益戸数 1 戸以下が 59.0% で小規模なため池が過半数を占めている（第 1 図、第 2 図、第 3 図）。受益面積 0ha が 12.5%、受益戸数 0 戸が 11.4% にのぼることから、管理者の特定やため池の統合や廃止を検討する必要がある（第 2 図、第 3 図）。

洪水吐は、洪水時に堤体の安全性を確保するため、ため池の余剰水を排水する施設である（農林水産省構造改善局、2005）。洪水吐を有するため池は 81.5% を占めるが、そのうち素掘によるものが 35.3% と高い（第 1 表）ことから、経年の浸食などによる老朽化の進行や危険なため池の増加が懸念される（橋本、2014）。

確率降雨強度式（久野・石黒式）を用いて、ため池諸元の洪水吐排水能力に対応した降雨強度を算出した。降雨強度 90mm/h 未満が 61.8% を占め、これらは改修基準である設計洪水流量に用いる降雨強度より小さい（第 2 表、第 3 表）ことから、安全性を確保するための改修が必要である（橋本、2014）。

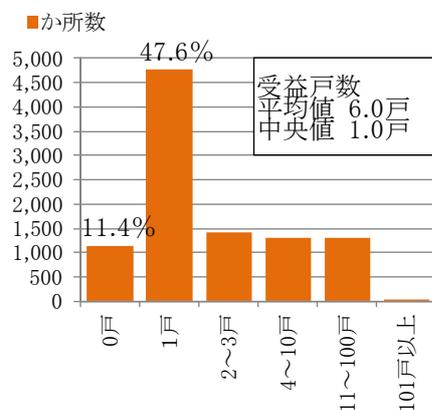
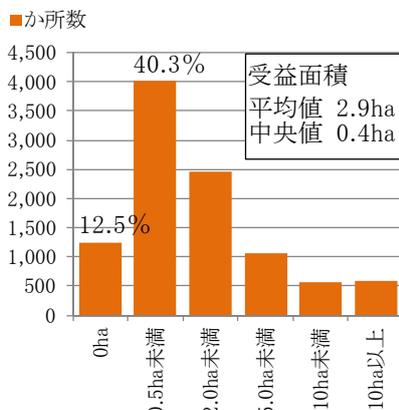
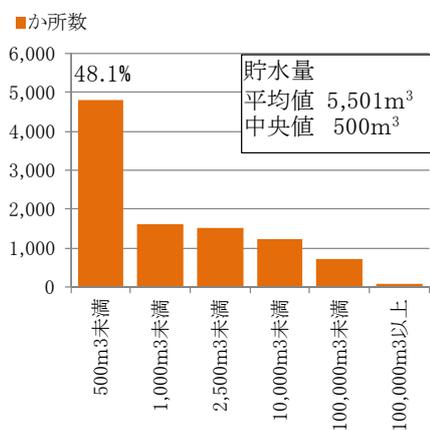
全ため池を対象に、土地改良事業計画設計指針（農林水産省構造改善局、2005）に準じて 200 年確率降雨による洪水流量を算出した結果、平均 1.012m³/s で、貯水深を 1 m 下げた（平均貯水率 65.1%）場合、常時満水位までの到達時間として、平均 116.2 分確保できる（第 4 図、第 4 表）ことから、大雨前の低水位管理の有効性が示唆される（橋本、2014）。

取水施設を有するため池は 69.0% を占めるが、土管によるものが 35.8% と多い（第 5 表）ことから、損傷などの老朽化の進行が懸念される（橋本、2014）。取水施設の老朽化などにより、ため池の決壊も想定されるため、老朽化に応じた改修が必要である。

適正かつ安全なため池管理手法に関する研究

県では、緊急時の減災対策として、既設の取水施設を補完するため、組立式のサイホン（直径 150mm）を所有している。取水施設の排水能力は、オリフィスの式を用いて求めることができ、サイホンの排水能力はベルヌーイの定理を用いて求めることができる。そこで、ため池台帳の諸元を用いて、貯水深を満水-1

m下げる場合、取水施設による排水能力は、平均0.006 m³/sで平均61.4時間、サイホンを用いること（水頭差平均1.9m、排水能力平均0.040m³/s）で平均6.9時間に短縮が可能となることから、一般的に、取水施設よりもサイホン排水が有効である（第6表）。



第1図 ため池の貯水量（山口県）

第2図 ため池の受益面積（山口県）

第3図 ため池の受益戸数（山口県）

第1表 洪水吐の状況

洪水吐の有無	か所数	割合 (%)	洪水吐の材質	か所数	割合 (%)
あり	8,143	81.5	素掘	3,531	35.3
なし	759	7.6	石張	504	5.0
			コンクリート	3,267	32.7
			コンクリート二次製品	747	7.5
			その他	298	3.0
不明	1,093	10.9	不明	1,648	16.5
総計	9,995	100.0	総計	9,995	100.0

第2表 現況洪水吐能力に対応した降雨強度

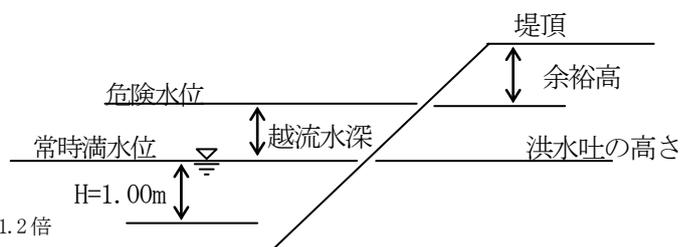
降雨強度 (mm/h)	か所数	割合 (%)
40未満	1,861	18.6
~50未満	149	1.5
~60未満	240	2.4
~70未満	156	1.6
~80未満	3,714	37.2
~90未満	53	0.5
90以上	1,233	12.3
不明	2,589	25.9
計	9,995	100.0

第3表 ため池改修目安の降雨強度

観測所	降雨強度 (mm/h)		
	通年200年確率	既往最大	設計洪水流量に用いる降雨強度
山口	94.9	81.5	113.9
下関	79.6	71.0	95.5
萩	110.7	109.0	132.8

注) 設計洪水流量に用いる降雨強度：200年確率と既往最大の大きい方の1.2倍

雨量データはアメダス観測結果（1971年～2010年：40年）を使用。



第4図 洪水吐各部の名称

第4表 各確率降雨の洪水流量と到達時間（平均値）

項目	200年確率	100年確率	50年確率	40年確率	30年確率	20年確率	10年確率	5年確率	2年確率
洪水流量 (m ³ /s)	1.012	0.919	0.838	0.804	0.771	0.702	0.596	0.465	0.181
常時満水位-1mから常時満水位までの到達時間 (min)	116.2	122.8	131.0	133.8	137.9	144.2	157.7	175.8	219.5

注) ため池諸元データとアメダスデータを用いて、土地改良事業計画設計指針に準じて算出

第5表 取水施設の状況

取水施設の有無	か所数	割合 (%)	取水施設の材質	か所数	割合 (%)
あり	6,897	69.0	木造	956	9.6
なし	2,319	23.2	石造	147	1.5
			土管	3,578	35.8
			コンクリート二次製品	1,925	19.3
			塩ビ管	1,216	12.2
不明	779	7.8	不明	2,173	21.7
総計	9,995	100.0	総計	9,995	100.0

2) アンケート調査

ため池管理を継続する上での課題は、「管理者の高齢化」、「維持管理作業の負担」、「補修・改修費用」が、各々過半数を占めた（第5図）。また、維持管理作業に関する負担は、「堤体草刈り」が最も大きかった（第6図）。労力や経費の必要性に関わる課題が掲げられていることから、こうした現状を踏まえ、日本型直接支払といった管理支援制度などを活用することが必要である（橋本ら, 2013）。

ため池管理を継続する上での主要3課題を認識しているため池は、管理参画者数が多く、ため池規模も大きかった（第7表）。管理参画者数が少なく、小規模なため池では、危険な状態で放置されることが示唆される。そのため、ため池の統合や廃止を含めた管理体制の強化が必要である。

堤体草刈りを行うため池は、管理参画者数が多く、受益面積やため池規模が大きかった（第8表-①）。監視や大雨前後の見回りを行うため池は、管理参画者数も多く、農業利用が高くため池規模が大きかった（第8表-②）。農業利用や管理参画者の減少により、適切な維持管理が困難となることや、改修もできない状態で放置されることなどが示唆される。

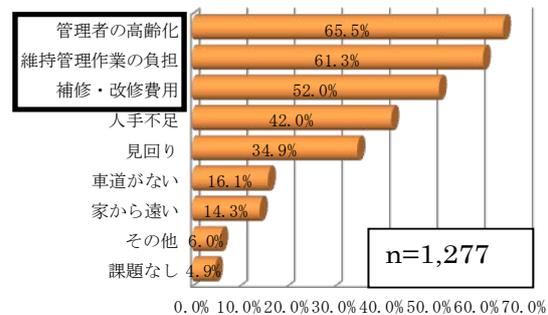
また、貯水目安が「満水」であるため池は、農業利用が高く貯水量や堤高が大きかったことから、災害発生時の被害影響が大きいことが示唆される（第8表-③）。このことから、ため池施設の安全確保や施設機能が低下しないよう補修や清掃などの適切な維持管理が必要である。用水利用期間の貯水目安について、「満水」が39.8%、「非満水」が44.3%で、非満水のうち、「8割程度」が25.4%を占めた（データ省略）。大雨前の低水位管理を行うため池は25.1%で、渇水

第6表 取水施設とサイホンの排水能力（平均値）

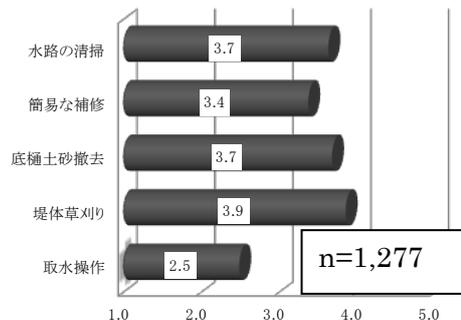
項目	排水能力 (m ³ /s)	1m低下に要する時間 (h)
取水施設	0.006	61.4
サイホン	0.040	6.9

注) 標本数7,936か所で、満水から1m低下に要する時間について、貯水深1m未満は、貯水深を入力

不安があることから、積極的に実施されていない（第8表-④）。また、低水位管理は、管理参画者数の多いため池で実施され、農業利用やため池規模による有意差はなかった（第8表-④）。低水位管理を行うためには、管理参画者を確保し、対応できる体制を構築することや、渇水不安を解消する管理指標が必要である。



第5図 ため池管理を継続する上での課題



第6図 維持管理作業に関する負担の大小（5段階：5大～1小）

第7表 維持管理上の課題と管理参画者数、農業利用、ため池規模の関係 (平均値、n=1, 277)

項目	標本数	管理参画者数(人)	【農業利用】		【ため池規模】			
			受益面積 (ha)	依存度 (%) ^{注2)}	貯水量 (m ³)	堤高 (m)	堤長 (m)	
管理者の高齢化	課題である	836	8.9	6.4	66.2	20,382.5	5.1	56.5
	課題でない	441	5.3	3.4	61.3	9,086.1	4.4	49.1
	有意性 ^{注1)}		***	***	*	*	***	***
維持管理作業の負担	課題である	783	8.5	4.9	68.3	17,694.2	5.1	55.3
	課題でない	493	6.5	6.4	57.2	14,559.0	4.6	51.8
	有意性 ^{注1)}		***	n. s.	***	n. s.	***	n. s.
補修・改修費用	課題である	665	8.0	4.7	68.5	17,882.4	4.9	52.8
	課題でない	610	7.8	6.2	59.6	14,959.0	4.9	55.1
	有意性 ^{注1)}		n. s.	n. s.	***	n. s.	n. s.	n. s.
平均値		7.9	5.4	64.9	16,481.4	4.9	53.9	

注1) 有意性はt検定で、***は0.5%、*は5%水準で有意、n. s. は有意差なし。

注2) 依存度は、農業用水に対するため池からの取水割合を管理者から聞き取った値。

第8表 管理と管理参画者数、農業利用、ため池規模の関係 (平均値、n=1, 277)

項目	標本数	管理参画者数(人)	【農業利用】		【ため池規模】				
			受益面積 (ha)	依存度 (%) ^{注2)}	貯水量 (m ³)	堤高 (m)	堤長 (m)		
堤体草刈り	する	981	8.7	6.3	66.0	19,992.2	5.1	57.0	①
	しない	236	4.9	2.5	61.8	5,462.8	4.2	45.6	
	有意性 ^{注1)}		***	***	n. s.	***	***	***	
ため池の監視	する	968	8.4	6.3	66.7	20,069.4	5.1	57.0	②
	しない	309	4.9	2.1	46.9	5,241.3	4.1	44.3	
	有意性 ^{注1)}		***	***	***	***	***	***	
大雨前後の見回り	する	953	8.4	6.2	66.0	20,047.9	5.1	56.7	③
	しない	324	5.3	2.6	57.9	5,991.0	4.1	45.8	
	有意性 ^{注1)}		***	***	***	***	***	***	
貯水目安	満水	508	9.3	8.5	70.7	27,168.4	5.4	57.7	④
	非満水	566	7.3	3.7	58.1	10,690.1	4.7	54.1	
	有意性 ^{注1)}		**	***	***	*	***	n. s.	
大雨前の低水位	する	320	9.3	6.3	65.9	12,433.3	5.0	53.9	④
	しない	790	7.4	5.6	65.1	20,459.0	5.0	55.7	
	有意性 ^{注1)}		*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	
平均値		7.9	5.4	64.9	16,481.4	4.9	53.9		

注1) 有意性はt検定で、***は0.5%、**は1%、*は5%水準で有意、n. s. は有意差なし。

注2) 依存度は、農業用水に対するため池からの取水割合を管理者から聞き取った値。

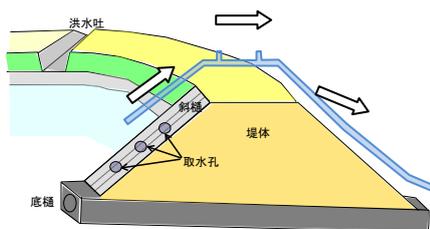
3) サイホンによる排水管理の検証

県内5か所のため池で、サイホン排水を行ったところ、水頭差は平均2.4mで、排水能力は平均0.049 m³/sであった(第9表)。実測値は、ベルヌーイの定理にため池諸元を代入して算出した推定値と大差ないことから、低水位管理に要する時間を予測し、事前に排水する時間を設定することが可能である(第9表)。現地でのサイホン設置には、保管場所から現地まで車両(2tトラック)の準備や搬送時間を要す他に、現着から排水開始まで平均7.4人で、

57.6分を要したことから、サイホン排水を行う場合には、人員、搬送車両および組立道具器材を確保し、準備を整えておく必要がある(第9表、第7図、第8図、第9図)。諸元データ分析から、一般的に、取水施設およびサイホンによる排水能力は、200年確率降雨の洪水流量に比べ小さいことから、豪雨時の洪水抑制は難しい。また、豪雨時の排水操作は、管理者や下流水路などの危険性が指摘されるため、事前準備が防災上重要である(橋本, 2014)。

第9表 サイホン排水現地検証結果

ため池名	貯水量(m ³)	試験日	満水面積(ha)	水頭差(m)	排水能力(m ³ /s)		排水時間(min)	低下水深(mm)	現着～排水までの時間(min)	設置人数	取水施設で満水-1mの排水能力(m ³ /s)
					実測値	推定値					
河原5	6,900	2013/10/31	0.35	3.14	0.069	0.048	15	15	85	6	0.009
宮の脇	20,000	2013/11/25	1.00	3.20	0.060	0.050	10	10	52	10	0.004
見貫池	3,000	2013/11/27	0.28	1.70	0.039	0.036	6	5	90	5	0.015
梅ノ木遠下池	47,900	2013/12/3	1.74	2.79	0.035	0.047	22	5	32	8	0.015
迫	3,000	2013/12/5	0.20	1.30	0.043	0.032	16	5	29	8	0.004
平均値	16,160		0.71	2.43	0.049	0.043	14	8	57.6	7.4	0.009



第7図 サイホン排水模式図



第8図 サイホン設置状況



第9図 サイホン排水状況

注) サイホンは山口県農林水産部農村整備課が所有しているもの(直径150mmの塩ビ管およびベニコホース)を使用。

2 低水位管理

1) 適正かつ安全なため池管理手法の確立

県内18か所のため池調査の結果、2013年のため池取水期間の降水量は、平均1,067.3mmで、最高貯水率は平均114.8%、最低貯水率は平均65.1%であった。2014年のため池取水期間の降水量は、平均884.3mmで、最高貯水率は平均107.0%、最低貯水率は平均73.6%で、2か年とも渇水はなかったことから、営農に必要な農業用水を確保した上で、低水位管理による減災対策の可能性が示唆される(第10表)。

調査期間における実測放流量について、洪水吐からの放流量は、時間最大雨量から求める流入量に比べ小さく、ため池による洪水調節機能が確認できた(第11表)。また、実測放流量は、合理式に流域面積と時間最大雨量を代入して求めた予測放流量に比べ小さかったことから、ピーク放流量の軽減効果が示唆される(第11表)。これらのことから、豪雨など降雨前の貯水深がため池の安全に影響することが示唆される。

営農に伴う農業用水は、営農期間において、取水量を増減させながら、作物品種に応じた取水が行われる。ため池の取水は主に水稻で使用されることから、取水実態を用いて、必要な貯水量を検討した。ため池取水期間における貯水率減少割合から取水期間末に貯水率10%と仮定し、必要貯水率の目安を作成したところ、満水を必要としないため池については、営農状況や気象条件を考慮して、低水位管理の可能性がある(第12表)。

前後に24時間以上の無降雨期間がある一纏りの降雨を一連降雨とし、その際のため池増水量との関係は、一次式で近似できたことから、降雨に伴う貯水深の回復程度を予測することが可能である(第13表)。さらに、18か所のため池の増水量推定式を用いて、100mm、200mm、300mmの一連降雨による推定増水量と流域面積の関係をプロットした結果、一次式で近似できた(第

10図)。これを用いて、ため池諸元の流域面積から、降雨に伴う推定増水量を予測することが可能となる。

長門市河原5ため池において、降水量と増水量の近似式を用いて、降雨に伴う増水量の目安を作成した(第14表)。また、貯水深と貯水量の関係は、シンプソンの公式に満水面積と池底面積を代入して算出した(第15表)。管理指標として増水量より貯水深の方が分かりやすく、第14表と第15表を用いて、貯水深早見表を作成した(第16表)。たとえば、降雨前の貯水深が2.8m(満水-0.4m)の時、60mmの降雨により、3.2m(満水)程度になることを予測できる。また、100mmの降雨が予想された場合、貯水深を2.4m(空き容量2,525m³)にすることで、満水程度の回復にとどまることが予測され、空き容量分の排水に取水施設で78時間、サイホンで15時間要することを予測し、事前準備の目安とすることができる(第9表の排水能力を引用して算出)。

ため池取水期間における日毎の貯水率減少割合を用いて、取水末日の貯水率を0%と50%を設定し、必要貯水率を図示したところ、営農の支障にならないよう、取水期間後半に低水位管理を実施するための管理指標とすることができる(第11図)。

ため池管理者から、貯水深早見表と必要貯水率の目安を利用することで、貯水管理を安心して行うことができるとの意見があった(橋本, 2015)。

現地調査ため池の下流水路について、現況洪水吐や200年確率降雨より小さい排水能力のため池が多く、さらに、サイホンの排水能力より小さい水路も確認された(第17表)。このことから、下流水路の安全性確保の観点から、貯水深の適正な管理が防災上必要である。

適正かつ安全なため池管理手法に関する研究

第10表 貯水量調査結果(2013年1月1日～2015年3月31日)

ため池名	雨量計	旧市町村名	ため池 取水期間	計画越流水 深(mm)	最高越流水	最高貯水率	最低貯水率	取水期間雨	最高越流水	最高貯水率	最低貯水率	取水期間雨
					深(mm)	(%)	(%)	量(mm)	深(mm)	(%)	(%)	量(mm)
					2013年				2014年			
九十野	○	宇部市	5/20~10/1	700.0	100.0	102.8	61.2	1,059.6	330.0	109.4	70.5	926.4
糸根大堤		山口市	6/14~9/30	500.0	226.0	110.4	74.4	939.8	198.0	109.1	89.9	774.0
糸根整理堤	○	山口市	6/13~9/30	800.0	117.0	102.5	59.6	939.8	236.0	105.1	66.8	774.0
新堤		山口市	6/12~9/30	800.0	107.0	102.0	73.5	939.8	134.0	102.8	69.2	774.4
総受堤		山口市	6/15~9/30	400.0	160.0	105.0	50.6	939.8	86.0	102.7	71.3	774.0
向山	○	徳山市	5/10~8/31	600.0	-	95.2	66.6	1,005.4	-	99.1	69.4	1,141.6
第1大正池	○	秋徳町	6/5~10/10	600.0	46.0	100.7	85.4	751.4	99.0	101.6	88.3	778.4
四の坪池	○	秋徳町	4/10~8/31	300.0	153.0	105.9	78.2	842.4	72.0	102.7	77.6	860.6
長田堤	○	豊田町	4/20~9/10	200.0	277.0	112.2	82.4	1,236.2	144.0	106.3	92.7	959.0
宮の脇		豊田町	4/20~9/30	300.0	156.0	107.3	58.5	1,249.8	78.0	103.6	89.3	1,008.4
五丈堤	○	豊北町	5/20~9/15	800.0	806.0	157.9	56.2	1,045.2	256.0	117.5	79.9	882.4
河原5	○	油谷町	4/20~8/20	500.0	278.0	114.5	70.3	636.6	170.0	108.7	72.4	850.2
古屋	○	阿武町	4/23~7/15	1,500.0	296.0	115.4	58.5	689.4	285.0	115.1	68.3	569.0
折掛		阿武町	4/20~8/25	1,400.0	232.0	115.6	33.5	1,257.4	200.0	113.4	37.5	1,007.8
樋の口		むつみ村	4/20~8/31	600.0	-	98.7	42.6	1,377.0	-	90.8	37.1	959.6
椎の木		むつみ村	4/20~8/31	600.0	516.0	116.6	96.7	1,377.0	128.0	104.0	97.5	959.6
宇立	○	むつみ村	4/20~8/31	400.0	569.0	151.0	54.2	1,377.0	187.0	115.9	74.2	959.6
小浴		むつみ村	4/25~8/31	300.0	502.0	152.3	68.5	1,548.0	195.0	119.0	72.6	958.0
平均値				627.8	283.8	114.8	65.1	1,067.3	174.9	107.0	73.6	884.3

注) 雨量計を設置しないため池は、隣接ため池(5km以内)に設置したデータを採用。

第11表 現地調査ため池の洪水調節機能

ため池名	観測日	時間最大 雨量 (mm)	実測放流量 (m³/s)	満水面積 (ha)	集水面積 (ha)	流域面積 (ha)	流入量 (m³/s)	実測放流量と流入 量の差(m³/s)	貯水深 (m)	直前貯水深 (m)	予測放流量 (m³/s)	実測放流量と予測放流量 の差(m³/s)
九十野	2013/8/31	33.6	0.014	0.90	43.30	44.20	4.13	4.11	6.39	6.02	3.094	3.080
糸根大堤	2014/7/3	21.8	0.203	1.80	7.00	8.80	0.53	0.33	3.40	3.26	0.400	0.197
糸根整理堤	2014/7/3	21.8	0.663	1.67	56.00	57.67	3.49	2.83	6.70	5.07	2.619	1.956
新堤	2014/7/3	21.8	0.164	1.50	74.00	75.50	4.57	4.41	8.10	7.01	3.429	3.265
総受堤	2014/7/3	21.8	0.001	0.50	1.70	2.20	0.13	0.13	4.40	3.90	0.100	0.099
向山	2014/7/13	28.2	越流なし	0.12	2.50	2.62	0.21	0.21	4.50	4.13	0.154	-
第1大正池	2014/7/13	29.0	0.032	0.60	9.70	10.30	0.83	0.80	8.50	8.54	0.622	0.591
四の坪池	2014/7/13	32.6	0.008	0.40	8.50	8.90	0.81	0.80	4.40	4.37	0.604	0.597
長田堤	2013/8/31	49.0	0.379	0.50	56.10	56.60	7.70	7.33	3.20	3.33	5.778	5.399
宮の脇	2013/8/31	49.0	0.010	1.00	2.40	3.40	0.46	0.45	3.20	2.58	0.347	0.337
五丈堤	2013/8/31	57.2	0.466	0.60	16.47	17.07	2.71	2.25	1.82	2.06	2.034	1.568
河原5	2013/7/7	30.8	0.232	0.35	18.40	18.75	1.60	1.37	3.20	3.37	1.203	0.971
古屋	2013/7/28	82.6	0.491	0.40	11.40	11.80	2.71	2.22	5.20	5.06	2.031	1.540
折掛	2013/7/28	82.6	0.462	0.36	45.50	45.86	10.52	10.06	2.50	1.78	7.891	7.429
樋の口	2013/7/28	78.8	越流なし	1.41	6.50	7.91	1.73	1.73	5.10	4.65	1.299	-
椎の木	2013/7/28	78.8	0.135	0.80	11.19	11.99	2.62	2.49	4.50	4.67	1.968	1.834
宇立	2013/7/28	78.8	0.050	0.46	4.70	5.16	1.13	1.08	1.60	1.45	0.848	0.797
小浴	2013/7/28	82.6	0.081	0.04	1.80	1.84	0.42	0.34	2.10	2.40	0.317	0.236
平均値			0.212	0.74	20.95	21.70	2.57	2.38	4.38	4.09	1.930	1.869

注1) 実測放流量は、実測貯水深データから算出し、流入量は、合理式に時間最大雨量と流域面積を代入し算出。
注2) 直前貯水深は、時間最大雨量計測時の貯水深とする。

第12表 仮定に基づく必要貯水率の目安

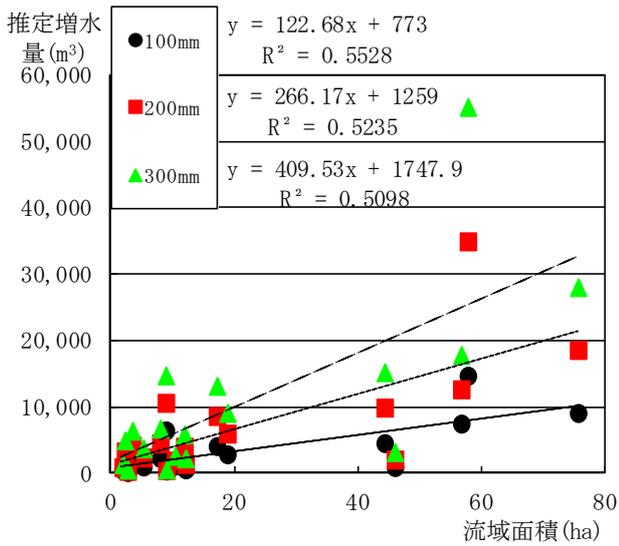
ため池名	貯水量 (m³)	受益面積 (ha)	受益面積当 たり貯水量 (m³/10a)	貯水量の減 少割合(% /day) (取水期間)	ため池取 水期間	必要貯水率の目安(%)					取水末 日の貯 水率 (%)
						5月1日	6月1日	7月1日	8月1日	9月1日	
九十野	26,000	14.7	177	-1.1	5/20~10/1	100	100	100	80	45	10
糸根大堤	36,000	17.0	212	-0.8	6/14~9/30	100	100	84	59	34	10
糸根整理堤	73,000	14.5	503	-0.9	6/13~9/30	100	100	91	63	36	10
新堤	64,590	60.0	108	-0.5	6/12~9/30	87	72	57	41	25	10
総受堤	15,400	9.5	162	-1.1	6/15~9/30	100	100	100	75	42	10
向山	4,800	2.0	240	-0.7	5/10~8/31	100	77	55	32	-	10
第1大正池	35,500	3.3	1,076	-0.4	6/5~10/10	68	57	46	35	24	10
四の坪池	9,000	5.0	180	-0.8	4/10~8/31	100	80	57	34	-	10
長田堤	11,000	9.0	122	-0.7	4/20~9/10	100	82	61	39	17	10
宮の脇	20,000	15.0	133	-0.6	4/20~9/30	100	87	68	49	29	10
五丈堤	8,800	4.5	196	-1.9	5/20~9/15	100	100	100	97	38	10
河原5	6,900	1.0	690	-1.3	4/20~8/20	100	100	74	35	-	10
古屋	12,000	4.0	300	-0.9	4/23~7/15	76	49	23	-	-	10
折掛	4,750	7.0	68	-0.6	4/20~8/25	76	59	42	24	-	10
樋の口	41,958	12.0	350	-8.7	4/20~8/31	100	100	100	100	-	10
椎の木	3,000	2.0	150	-0.2	4/20~8/31	36	30	23	17	-	10
宇立	4,632	5.0	93	-1.7	4/20~8/31	100	100	100	63	-	10
小浴	300	1.0	30	-0.9	4/25~8/31	100	92	65	38	-	10
平均	20,979	10.4	266	-1.3		91	82	69	52	32	10

注) 取水末日に貯水率10%と仮定し、期間中の降水量なしとする。

第13表 降雨に伴う増水量の推定

ため池名	貯水量 (m³)	標本 数	線形近似 y=ax+b		寄与率 R²
			x: 降水量(mm)	y: 増水量(m³)	
九十野	26,000	26	53.341	-786.28	0.64
糸根大堤	36,000	27	41.468	2307.60	0.22
糸根整理堤	73,000	26	202.390	-5556.10	0.77
新堤	64,590	21	94.891	-417.32	0.66
総受堤	15,400	26	16.587	-25.14	0.59
向山	4,800	37	1.860	-5.56	0.50
第1大正池	35,500	26	7.275	435.47	0.15
四の坪池	9,000	24	0.812	332.57	0.01
長田堤	11,000	38	51.720	2305.70	0.25
宮の脇	20,000	38	22.631	-377.81	0.74
五丈堤	8,800	28	45.330	-437.45	0.91
河原5	6,900	30	31.163	-260.64	0.45
古屋	12,000	36	18.557	289.95	0.60
折掛	4,750	36	11.246	-186.52	0.75
樋の口	41,958	41	22.274	51.33	0.34
椎の木	3,000	37	8.274	-235.69	0.80
宇立	4,632	43	13.668	-346.53	0.87
小浴	300	43	4.485	21.77	0.69
平均値	20,979	32	35.998	-160.59	0.55

注) 一連降雨は30mm以上を採用。寄与率は、
0<R²≤0.2:ほとんど相関なし、0.2<R²≤
0.4:弱い相関あり、0.4<R²≤0.7:相関
あり、0.7<R²<1.0:強い相関あり



第10図 一連降雨における流域面積と推定増水量の関係

第14表 降雨に伴う増水量の目安 (河原5ため池)

降水量(mm)	40	60	80	100	120	140	160	180	200
増水量(m³)	900	1,600	2,200	2,800	3,400	4,100	4,700	5,300	5,900

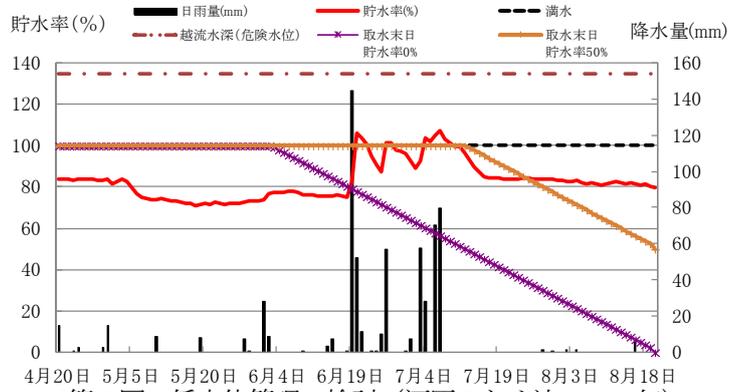
第15表 貯水深と貯水量の関係 (河原5ため池)

貯水深(m)	0.0	0.5	1	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2
貯水量(m³)	0	494	1,217	3,307	3,825	4,375	4,958	5,574	6,221	6,900
貯水率(%)	0	7	18	48	55	63	72	81	90	100

注) 増水量について、100m³未満を切り捨てとする。

第16表 降雨に伴う貯水深早見表 (河原5ため池)

降雨後の貯水深(m)	降雨前の貯水深(m)								降水量(mm)
	0.0	0.5	1.0	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	
3.2	230	220	190	130	110	100	80	60	満水時の貯水深3.2m
3.1	220	210	180	120	100	80	60	50	
3.0	210	200	170	110	90	70	50	40	
2.9	200	190	160	100	80	60			
2.8	190	180	150	80					
2.7	180	170	140						
2.6	170	160							
2.5	160								



第11図 低水位管理の検討 (河原5ため池、2013年)

第17表 ため池下流水路の安全性

ため池名	堤高(m)	下流水路排水能力(m³/s)	現況洪水吐		200年確率降雨		サイホン(φ150)		取水施設	
			排水能力(m³/s)	下流水路の危険性	洪水流量(m³/s)	下流水路の危険性	排水能力(m³/s)	下流水路の危険性	排水能力(m³/s)	下流水路の危険性
九十野	6.4	7.84	9.92	×	9.67	×	0.07	○	0.03	○
糸根大堤	3.4	0.09	1.53	×	0.84	×	0.05	○	0.02	○
糸根整理堤	6.7	0.18	30.22	×	22.03	×	0.07	○	0.06	○
新堤	8.1	71.20	21.10	○	17.39	○	0.08	○	0.02	○
総受堤	4.4	0.41	0.45	×	0.20	○	0.06	○	0.02	○
向山	4.5	3.29	0.39	○	0.25	○	0.06	○	0.004	○
第1大正池	8.5	7.43	2.45	○	1.02	○	0.08	○	0.03	○
四の坪池	4.4	0.10	0.55	×	1.05	×	0.06	○	0.02	○
長田堤	3.2	8.83	12.74	×	12.62	×	0.05	○	0.01	○
宮の脇	3.2	0.38	0.70	×	0.38	×	0.05	○	0.01	○
五丈堤	1.8	0.43	1.20	×	0.70	×	0.04	○	0.01	○
河原5	3.2	65.50	1.27	○	4.09	○	0.05	○	0.01	○
古屋	5.2	0.32	3.20	×	1.64	×	0.06	○	0.02	○
折掛	2.5	2.20	3.60	×	3.42	×	0.04	○	0.00	○
樋の口	5.1	0.26	2.00	×	0.83	×	0.06	○	0.01	○
椎の木	4.5	0.52	0.71	×	0.48	×	0.06	○	0.00	○
宇立	1.6	0.42	0.30	○	0.57	×	0.03	○	0.01	○
小浴	2.1	0.01	0.14	○	0.20	○	0.04	×	0.004	○
平均値	4.4	9.41	5.14		4.30		0.06		0.02	

注1) 現況洪水吐排水能力は、ため池台帳記載(2012年度現在)の数値を引用。

注2) 200年確率洪水流量は、ため池台帳記載の集水面積、満水面積とアメダス観測結果(S46~H24)から算出。

注3) サイホン排水能力における水頭差は、堤高として算出。

注4) 取水施設の排水能力は、オリフィスの式により低下水深1mで算出。

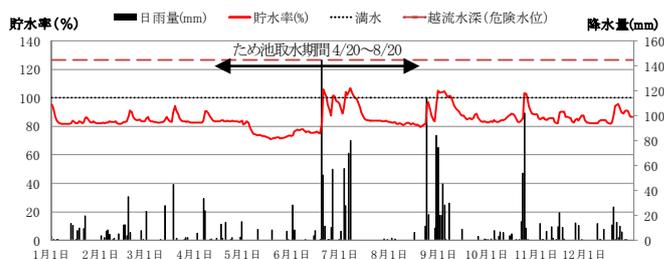
注5) 各項目の排水能力について、下流水路の排水能力と比べ、大きい場合を○、小さい場合を×とする。

2) 低水位管理の検証

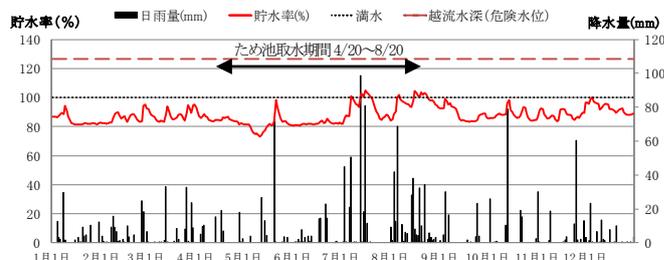
長門市河原5ため池で、低水位管理を実施したところ、取水期間において、日平均貯水率は71.1~106.9% (2013年)、72.4~108.7% (2014年) で推移し、通常貯水深 (貯水率81%) を下回った期間があった。ため池管理者に確認したところ、営農に支障はなかったとのことであった。2か年において、低水位管理による用水量不足はなく、日雨量100mmを越す豪雨に対して、危険水位以下で安全に管理できた (第12図、第13図)。取水期間外の豪雨についても、低水位管理により、越流までの時間を要し、洪水量を抑制したことから、営農状況を考慮した低水位管理は防災上有効である (橋本ら, 2014)。

本ため池において低水位管理を実施できた理由は、受益面積の大幅な減少に伴い、管理者が渇水不安を解消できていたことが挙げられる。低水位管理は、ため池改修前などにおいて、応急的な減災対策として、有効であるが、活用にあたっては、農業利用や施設状況を十分考慮し、管理者の理解を得る必要がある。

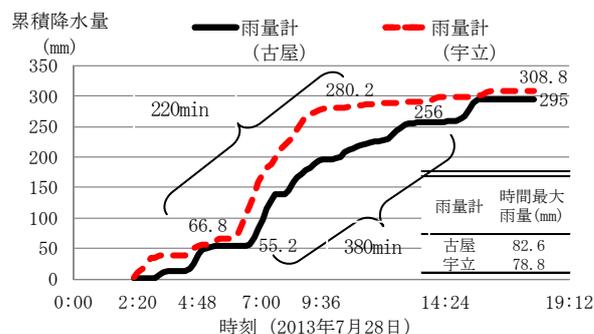
2013年7月28日は、午前2時20分から降り始め、総雨量約300mm (7月平年値282.9mm) を計測し、特に7時~13時の短時間で累積降水量200mmの集中豪雨となり、記録的な豪雨となった (第14図)。時間最大雨量は7時~8時に、82.6mm (古屋)、78.8mm (宇立) を計測した。降り始めから7時までの累積降水量は、55.2mm (古屋)、66.8mm (宇立) を計測し、満水近くまで水位が上昇した (第14図)。降雨前の貯水深は、平均満水-36.4cmで、最高水深到達時間は、平均497分、満水までの到達時間は、平均242分であった (第18表)。洪水吐を越流したため池は5か所、危険水位を越えた宇立ため池では、堤頂まで23.1cmまで水位が上昇した (第18表)。古屋ため池から7km離れた石原ため池 (阿武町) は、本豪雨に伴い堤体が決壊した。調査ため池では、ため池堤体やため池施設 (洪水吐の排水能力など) の老朽化は認められるものの、結果的に豪雨に耐えられるものであったことその他、取水期間中であったため、降雨前の貯水深が浅く、降り始め前の13日間無降雨期間があったことなどにより、洪水量が抑制され、被災しなかったと推察される (第18表、第15図)。ため池の取水期間は、多雨時期と重複することから、取水利用に伴う降雨前の低水位は防災上有効である。



第12図 貯水率と降水量 (2013年、河原5ため池)



第13図 貯水率と降水量 (2014年、河原5ため池)

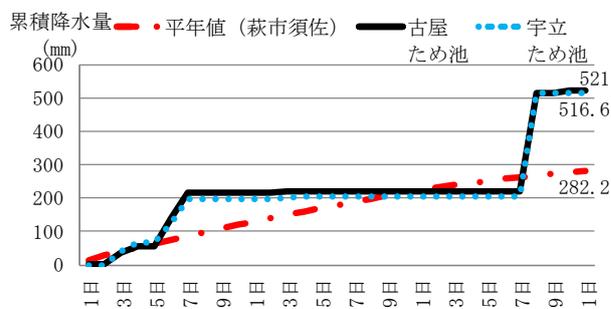


第14図 降雨時間と累積降水量

第18表 貯水深計測結果

ため池名	貯水深 (m)	危険水位 満水+ X (cm)	堤頂まで 満水+ X (cm)	降り始め 満水+ X (cm)	最高水深 満水+ X (cm)	最高水深 到達時間 (min)	満水 到達時間 (min)
古屋	5.2	150.0	180.0	-26.7	29.6	430	320
折掛	2.5	140.0	180.0	-86.7	23.2	350	390
樋の口	5.1	60.0	160.0	-57.6	-2.7	920	-
権の木	4.5	60.0	100.0	-1.0	51.6	410	20
宇立	1.6	40.0	80.0	-38.0	56.9	510	320
小浴	2.1	30.0	90.0	-8.2	50.2	360	160
平均	3.5	80.0	131.7	-36.4	34.8	497	242

注) 堤頂、危険水位は、第4図参照。



第15図 7月の降水量 (2013年、平年値)

注) 平年値はアメダスを採用 (1981年~2010年)。

3 まとめ

県内ため池管理の実態把握から、適正かつ安全なため池管理を検討し、また、現地ため池の降水量と貯水深調査から、低水位管理に係る管理指標と有効性を検討した。

県内ため池は、小規模なため池が大半を占めており、管理者不在のため池は少なからず存在する。洪水吐について、改修基準を満足しないため池は多い。堤体草刈りなどの管理を行うため池は、管理参画者が多かった。豪雨時の流入量より小さい排水能力であるため池が多いことから、取水施設やサイホンによる排水などにより、事前準備が防災上重要である。

適正かつ安全なため池管理として、1. 利用状況に応じたため池の統合や廃止に対応する、2. ため池施設の安全性を確保する、3. 管理参画者を確保する、4. 排水操作は事前に対応する、ことが挙げられる。降雨に伴う貯水深回復の推測が可能であることから、貯水深早見表を作成した。

取水期間における貯水率減少割合から取水期間後半に貯水深を下げる可能性がある。

受益面積の減少により低水位管理を実施したため池では、豪雨に対する洪水抑制効果があることに加え、営農に支障がないことを確認した。

摘 要

本研究では、適正かつ安全なため池管理手法を確立するため、ため池管理実態やため池貯水状況を調査した。

県内ため池は、小規模なため池が多く、管理者不在のため池もあることから、利用実態に応じた対応が必要である。適正な維持管理を行うには、管理参画者やため池施設の安全性を確保する必要がある。豪雨時の防災対策として、取水施設やサイホンなどによる排水操作は、事前準備が重要である。低水位管理の管理指標として、貯水深推定手法と低水位設定手法を提案し、現地ため池で低水位管理の有効性を確認した。

引用文献

橋本誠. 2014. 山口県のため池の実態と貯水管理の課題. 第69回農業農村工学会中国四国支部講演会要旨集. 100-102.

橋本誠. 2015. 適正かつ安全なため池管理手法の考

察. 農業農村工学会誌第83巻. 第5号. 412-413.
橋本誠・同前浩司. 2013. 山口県のため池管理実態、第68回農業農村工学会中国四国支部講演会要旨集. 107-109.

橋本誠・同前浩司. 2014. 山口県のため池管理手法に関する取組み. 農業農村工学会誌第82巻. 第4号. 342-343.

農林水産省構造改善局. 2005. 土地改良事業計画設計指針「ため池整備」. (社)農業土木学会. 東京.

新規侵入害虫チュウゴクナシキジラミの防除技術の確立

出穂 美和・岩本 哲弥・殿河内 寿子・本田 善之

Establishment of a Method for the Control of the Newly Invading Pest *Cacopsylla chinensis*

Miwa IZUHO, Tetsuhiro IWAMOTO, Hisako TONOGOCHI, Yoshiyuki HONDA

Abstract: Damage to pears by *Cacopsylla chinensis* was confirmed as sooty mold in farms of the northern part of the Yamaguchi Prefecture in 2012. An effective trap for the survey of the occurrence of this pest had not established. Therefore, we compared several traps. As a result, “Horiver yellow” was found to be more efficient at attracting the pest and was easier to install. In 2015, a study using this trap as well as visual surveys in the field confirmed the occurrence of *C. chinensis* in all the pear production areas of the Yamaguchi Prefecture. In addition, its life cycle was elucidated and the optimal time for control was determined based on the peak occurrence of the adult. Furthermore, screenings for effective pesticides for control have identified several highly effective pesticides, such as clothianidin soluble powder. The incorporation of these pesticides into the local control system has markedly reduced the population density of this pest and the occurrence of sooty mold on pears.

Key Words : Pear, Phytoplasma, Soot disease, Yellow adhesion trap,

キーワード : ファイトプラズマ、ナシ、黄色粘着トラップ、すす病

緒言

2012年5月、下関農林事務所よりすす病のついたナシの葉の診断依頼があった。現地を確認したところ、果そう部や葉裏にすす病やろう状物質、甘露の付着が認められた。また、葉裏にはキジラミに類似した成幼虫が多数確認された。2011年7月に国内初、佐賀県で発生が確認された「チュウゴクナシキジラミ」との類似性が疑われたため、(独)農業・食品産業技術総合研究機構果樹研究所に同定を依頼した結果、チュウゴクナシキジラミ (*Cacopsylla chinensis* (Yang and Li 1981)) であることが確認された。本種が寄生したナシでは、幼虫が排泄する甘露のため、すす病が発生するとともに、葉では付着部分が褐変し、のちに葉全体が黄化し落葉する。また、台湾ではナシを枯死に至らしめる病害 Pear decline Taiwan (PDTW) の病原体であるファイトプラズマを媒介するとされている(井上2012)。同定結果に基づき、山口県病害虫防除所は2012年6月19日付けで病害虫発生予察特殊報を発表した。また、同年8月、現地調査を行った結果、萩市、

阿武町でも本種の発生を確認した。本種はナシの重要害虫であり、県内での発生拡大が疑われるとともに、現場からは早急な発生生態の解明や防除対策の確立が求められた。そのため、2013年から2015年にかけて県内の発生実態や防除技術について検討し、一定の成果を得たので報告する。

本研究を行うに当たり、(独)農研機構果樹研究所カンキツ研究口之津拠点の井上広光博士には、本種の同定を頂くとともに現地調査に同行頂き、調査方法についても御助言を頂いた。また、佐賀県果樹試験場の口木文孝専門研究員には試験実施に当たり多くの御助言を頂いた。ここに記し厚く感謝の意を表す。

材料および方法

1 県内の発生分布の把握

1) 現地情報の収集と発生確認調査

2012年から2015年にかけて県内のナシ産地において発生の情報収集・検体採集を行うとともに形態観察による同定を行った。また、

県内の未確認ほ場（周南市の3園、山口市の2園、下関市の2園、美祢市の3園）において、2013～2015年の4月～9月に、黄色粘着トラップ“ホリバーイエロー”（アリストライフサイエンス株式会社）をナシ棚に吊り下げ、本種の成虫の誘殺状況を確認した。また、当該ほ場において、1樹あたり4花そう（4～6葉/花そう）×5樹の約100葉について月1回の間隔で寄生の有無及びすす病等の被害についても調査した。

2) 発生調査のためのトラップの検討

下関市豊北の発生ほ場において、2012年8月下旬から2013年9月にかけて“ITシート”（出光アグリ株式会社）を500m¹のペットボトルに巻きつけたもの、“フィールドキャッチ®”（富士フレイバー株式会社）の粘着面を白板に替え“ITシート”を貼りつけて改良したもの（以下フィールドキャッチ改）、及び“ホリバーイエロー”の3種類を供試して誘殺効率について比較を行った。調査は約1週間ごとに実施した。それぞれのトラップは、ほ場内の対角線上に3か所配置した。

2 発生推移調査

下関市豊北の既発生ナシ園（一般農家ほ場）において2012年8月～2013年10月に、黄色粘着トラップ“ホリバーイエロー”をナシ棚に吊り下げ、誘殺された本種の成虫数を約2週間毎に計数した。同時に、幼虫の見取り調査を1～3月の間は100芽×5樹の500芽について、4月以降10月までは20葉×5樹の100葉について実施した。また、2013年の調査データから確認された成虫の活動開始期をもとに有効積算温度（塩見ら2013）によって防除適期である中齢幼虫時期を推定した。なお、一般農家ほ場のため、4月22日にチアメトキサム10%水溶剤2000倍400L/10a、7月1日にクロチアニジン16%水溶剤2000倍400L/10aを散布した条件での調査となった。

3 効果的な薬剤の選定

1) 室内試験

2013年から2014年にかけて、センター内でMunger cellを利用した食餌浸漬法により薬剤感受性検定を行った。供試薬剤は他の害虫との同時防除を想定し、ナシの既存登録薬剤の中から選定した。供試薬剤及び供試倍率を第1表に示した。検定はナシの葉を薬液に約10秒間浸漬して風乾した後、幼虫を各4～5頭ずつ放飼してMunger cellに入れて実施した。処理3日後と7日後に幼虫生存数を計数し、薬剤別の平均補正死亡率を算出した。試験は3反復実施した。

第1表 薬剤感受性検定供試薬剤（室内試験）

系統名	薬剤名	倍率
I G R	フルフェノクスロン乳剤	3000倍
	テブフェノジド水和剤	1000倍
ピレスロイド	ベルメトリン乳剤	1500倍
	アクリナトリン水和剤	1000倍
ジアミド	フルバリネート水和剤	2000倍
	フルベンジアミド水和剤	4000倍
ネオニコチノイド	チアクロプリド水和剤	2000倍
	クロチアニジン水溶剤	2000倍
その他	ピリフルキナゾン水和剤	3000倍
	ピメトロジン水和剤	5000倍
	トルフェンピラド水和剤	1000倍

2) ほ場試験

2013年及び2014年に現地ほ場において薬剤の効果試験を行った。2013年4月は下関市豊北（品種：二十世紀）において、クロチアニジン16%水溶剤、チアメトキサム10%水溶剤、スピネトラム25%水和剤、イミダクロプリド10%水和剤、ニテンピラム10%水溶剤の効果を確認した。同年、8月には山口市（品種：二十世紀）において、クロチアニジン16%水溶剤、スピネトラム25%水和剤、ニテンピラム10%水溶剤の効果を確認した。2014年4月は山口市（品種：二十世紀）において、クロチアニジン16%水溶剤、トルフェンピラド15%水和剤の効果を確認した。いずれの試験でも4月は処理前に100芽について、8月は60葉について寄生虫を調査するとともにマーキングを行い、処理7日後にマーキング部分に寄生している幼虫を計数し、補正死亡率を算出した。薬剤は背負式電動噴霧器を用いて400L/10a相当量を散布した。また、各薬剤には展着剤（クミテン）を10,000倍添加した。試験は3反復実施した。

4 現地での体系防除実証試験

2012年から2013年にかけて下関市、阿武町、山口市において、発生がはじめて確認された年の使用薬剤の種類と防除実施後の効果について調査した。また、2013年から2014年の防除体系に、発生推移調査から防除適期と判断された4月及び7月に、室内試験で効果の認められた薬剤を組み込んで防除を実施し、現地での効果の確認を行った。変更前後の薬剤の詳細は第2表に示した。効果の確認は8月に実施し、1樹当たり4花そう（4～6葉/花そう）×5樹の約100葉について寄生葉数、すす病葉数を計数し、寄生葉率とすす病葉率を算出した。

第2表 散布薬剤一覧

場所	月	効果的な薬剤導入前	効果的な薬剤導入後
下関市	4月	CYAP水和剤	チアメトキサム水溶剤
	7月	アセタミプリド水溶剤	クロチアニジン水溶剤
		ジノテフラン水和剤	
阿武町	4月	CYAP水和剤	チアメトキサム水溶剤
	7月	ダイアジノン水和剤	クロチアニジン水溶剤
山口市	4月	CYAP水和剤	チアメトキサム水溶剤
	7月	-	クロチアニジン水溶剤

結果

1 県内の発生分布の把握

1) 現地情報の収集と発生確認調査

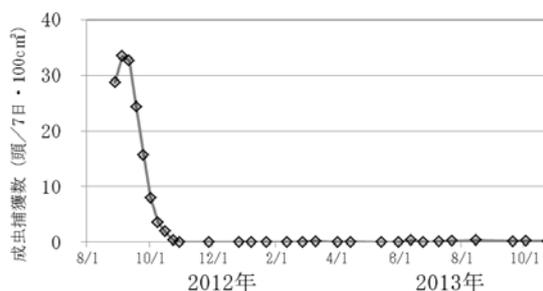
2012年には、下関市豊北(5/18)、萩市(6/28)、阿武町(7/2)管内のそれぞれの農林事務所から報告があり、調査の結果いずれも本種であることを確認した。下関市豊北の寄生葉率は75.4%、すす病葉率は75.4%、萩市では寄生葉率は17.3%、阿武町での寄生葉率は14.0%であった。2013年には、トラップ調査の結果、4月から5月にかけて周南市の2園と山口市の1園で本種を確認した。4月にトラップで成虫が確認された山口市の園地では、6月に見取り調査で幼虫の発生を確認した。さらに、9月には山口市の新たな1園で幼虫を確認した(第3表、4表)。その後、新たな発生は確認されなかったが、2015年には、美祢市(7/9)、下関市豊田(8/4)のトラップ未設置ほ場においてそれぞれ1か所ずつ農林事務所からの報告により発生を確認した。

2) 発生調査のためのトラップの検討

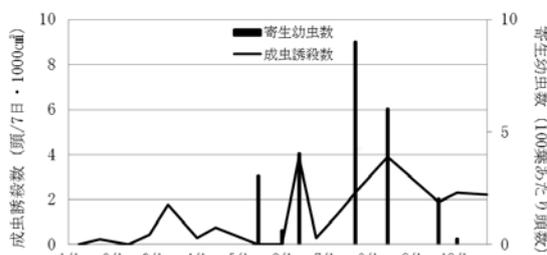
3種のトラップを比較した結果、調査期間内の誘殺数は「フィールドキャッチ改(白板+ITシート)」>「ホリバーイエロー」>「ITシート」の順であった。なお、最も誘殺数の多かった「フィールドキャッチ改(白板+ITシート)」と「ホリバーイエロー」の誘殺数の間には、フリードマン検定(1%水準)の結果、有意差は認められなかった(第5表)。

2 発生推移調査

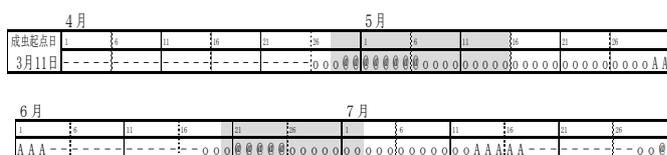
下関市豊北に設置した黄色粘着トラップによる調査では、1月から越冬成虫(冬型成虫)が確認されはじめ、3月にやや多くなった。その後、4、5月の誘殺数は減少し6月から夏型成虫の誘殺数が多くなった。また、幼虫の見取り調査では、5月中旬から増加し、7月下旬に最も多くなった。3月の成虫盛期を起点とした場合、有効積算温度(塩見ら2013)から求められた中齢幼虫時期は、4月下旬~5月中旬と6月下旬~7月上旬であった(第1図、2図、3図)。



第1図 トラップ成虫誘殺数の発生推移(2012年8月~2013年10月・下関市)



第2図 トラップ成虫誘殺数と寄生幼虫数の発生推移(2013・下関市)



第3図 防除適期予測

注) -は卵、○は幼虫、@は幼虫最盛期、Aは成虫(産卵前期間)、■は防除適期を示す。

第5表 黄色粘着トラップの平均誘殺数(頭)の比較(100㎡・7日あたり) 2013年

場所	ITシート (ペットボトル小)	ホリバーイエロー	フィールドキャッチ改 (白板+ITシート)
下関市	2.8 a	6.9 a b	12.3 b

注) 同一英文字間にはフリードマン検定の1%水準で有意差がないことを示す。

第3表 未発生園における黄色粘着トラップ誘殺数の推移 (2013~2015年)

市町	園地	2013年									2014年									2015年								
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	4月	5月	6月	7月	8月	9月									
周南市	1	1	1	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
	2	0	10	1	5	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
	3	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
山口市	1	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
	2	0	5	1	3	1	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
下関市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
美祿市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									

第4表 未発生園における見取り調査での寄生葉率及び100葉あたり寄生成幼虫数の推移 (2013~2015年)

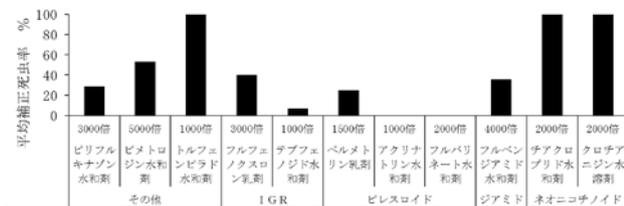
市町	園地	調査項目	2013年									2014年									2015年								
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	4月	5月	6月	7月	8月	9月									
周南市	1	寄生葉率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
		寄生成幼虫数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	2	寄生葉率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
		寄生成幼虫数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	3	寄生葉率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
		寄生成幼虫数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
山口市	1	寄生葉率%	0	0	0	0	0	3.8	0	0	0	1.0	0	2.7	0	0	0	0	0	0									
		寄生成幼虫数	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0									
	2	寄生葉率%	0	0	1	0	0	1.0	0	0	0	0	0	4.4	0	0	0	0	0	3.7									
		寄生成幼虫数	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	4									
	1	寄生葉率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
		寄生成幼虫数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
2	寄生葉率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
	寄生成幼虫数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
下関市	1	寄生葉率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
		寄生成幼虫数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	2	寄生葉率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
		寄生成幼虫数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	1	寄生葉率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
		寄生成幼虫数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
2	寄生葉率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
	寄生成幼虫数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
美祿市	1	寄生葉率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
		寄生成幼虫数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	2	寄生葉率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
		寄生成幼虫数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	3	寄生葉率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
		寄生成幼虫数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									

注) 1樹4花そう(4~6葉/花そう) × 5樹(約100葉あたりの幼虫数)

3 効果的な薬剤の選定

1) 室内試験

Munger cell を利用した食餌浸漬法での各剤の本種幼虫に対する平均補正死虫率は、クロチアニジン水溶剤、チアクロプリド水和剤、トルフェンピラド水和剤はいずれも100%で高かったが、その他の薬剤についてはピメトロジン水和剤 53.3%、フルフェノクスロン乳剤 40.0%、テブフェノジド水和剤 6.7%、ペルメトリン乳剤 25.0%、アクリナトリン水和剤 1.0%、フルバリネット水和剤 1.0%であった(第4図)。



第4図 チュウゴクナシギジラミの幼虫に対する各種薬剤処理5日後の殺虫効果(室内試験)

2) ほ場試験

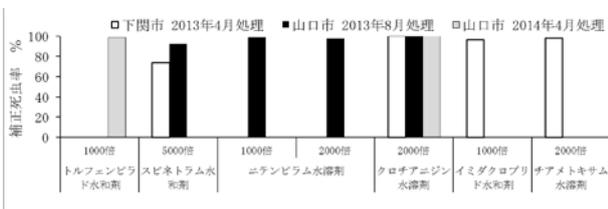
2013年4月から2014年4月にかけて実施したほ場試験における補正死虫率は、クロチアニジン水溶剤が99.7~100%、イミダクロプリド水和剤が96.2%、チアメトキサム水溶剤が98.0%、スピネトラム水和剤が73.6~92.4%であった。トルフェンピラド水和剤が99.0%あった(第5図)。

4 現地での体系防除実証試験

地区ごとの発生初確認年の8月における従来の防除体系下での本種の寄生葉率は、下関市では75.4%、阿武町では14.0%、山口市で70%であったが、翌年の薬剤変更後の8月の調査では、それぞれ1%、4%、4%に低下した。また、すす病葉率についても下関市で75.4%から1%に、山口市でも64%から5%と大きく減少した(第6表)。

第6表 チュウゴクナシギジラミに対して効果的な防除薬剤を導入する前後の発生状況(8月調査)

調査年	場所	効果的な薬剤導入前		効果的な薬剤導入後	
		すす病葉率%	寄生葉率%	すす病葉率%	寄生葉率%
2012~2013	下関市	75.4	75.4	1.0	1.0
	阿武町	-	14.0	4.0	4.0
2013~2014	山口市	64.0	70.0	5.0	4.0



第5図 チュウゴクナシギジラミの成幼虫に対する各種薬剤の7日後の殺虫効果(ほ場試験)

考察

チュウゴクナシキジラミは山口県では2012年5月18日に下関市で初めて確認され、すす病の症状も同時に認められた。これを受け病害虫防除所では6月19日に特殊報を発表し、同時に県下の農林事務所に調査の依頼を行った。その結果、6月下旬に萩市、7月上旬に阿武町で発生が確認された。その後、2013年には周南市及び山口市の計4ほ場で確認し、本種の発生が県中部から南部へと拡大した。

2014年には新たな発生は認めなかったが、2015年には美祢市及び下関市豊田で確認され、県内の全産地での発生が確定した。

調査にあたっては、本種は微小で樹上での発生の確認が困難であるため、調査を効率的に行う目的で有効なトラップについて検討し、佐賀県で実績のあった“ITシート”（口木ら2012）と“ホリバーイエロー”及び“フィールドキャッチ改”の3種のトラップを用いて調査した。その結果、誘殺総数は“フィールドキャッチ改”が最も多く、次いで“ホリバーイエロー”であったが有意差は認められなかった。“ホリバーイエロー”はナシ棚や枝などに吊り下げるだけと設置が簡易で、透明ポリフィルムに包んで持ち帰ると実体顕微鏡でも形態観察できるなど、指導機関や農家でも使いやすいことからホリバーイエローを採用することとした。

発生推移については、トラップ調査では、1月下旬から誘殺されはじめ、10月以降は誘殺数が減少した。佐賀県では10月以降は誘殺数が減少するものの、12月から翌3月も冬型成虫が活動しているとの報告があり（口木ら2012）、本県の調査結果もほぼこれと一致した。また、本県において冬型成虫の活動が活発になるのは3月で、4月上旬には見取り調査で若齢幼虫の発生を確認した。トラップによる3月の冬型成虫のピークを基に塩見らの有効積算温度（2013）から計算した中齢幼虫のピークは、見取りによる5月中旬の幼虫ピークとはほぼ一致した。しかしながら、その後の調査では見取りでの幼虫の発生ピークが7月下旬とやや遅くなり、トラップ調査でも夏型成虫の誘殺ピークは6月中旬と8月中旬で、見取り調査から想定される成虫ピークよりやや遅くなった。これは、慣行防除条件下での調査となったことが原因と考えられ、無防除条件下でのライフサイクルは異なる可能性がある。

一方、有効薬剤について検討を行った結果、室内試

験における幼虫に対する補正死虫率はクロチアニジン水溶剤、トルフェンピラド水和剤、チアクロプリド水和剤が高かった。佐賀県では、スピネトラム水和剤、チアメトキサム水溶剤、イミダクロプリド水和剤、クロチアニジン水溶剤、ニテンピラム水溶剤の効果が確認されている（井手ら2012）。これらの薬剤を含めて現地試験を行った結果、スピネトラム水和剤が70～90%の補正死虫率であった以外はいずれの薬剤も90～100%の補正死虫率で効果が高いことが確認された。

県内のナシ産地では、すでにチュウゴクナシキジラミ以外の害虫の防除が体系化されており、生産組織と協議を行った結果、防除を新たに追加することは、経営上受け入れ難いとのことであった。そこで、現地実証試験では、他害虫との同時防除が可能な有効薬剤を選定した上で、有効積算温度によるシミュレーションから防除適期とされる、若中齢幼虫期の4月下旬から5月上旬及び6月下旬から7月上旬に導入して効果を確認することとした。2012年の現地の防除暦を調査したところ、当該の時期に有効な剤が使用されている防除暦は無かったが、県内3か所で4月にアクタラ顆粒水溶剤、7月にダントツ水溶剤を組み込んだ防除体系を設定し実証した結果、寄生葉率及びすす病葉率は、改善前に比べて1/3から1/10程度まで低下し、明らかな改善効果が認められた。このことから、3月の成虫ピークに基づいた、積算温度による防除時期のシミュレーション結果については、ほぼ妥当であり、推計された防除適期への有効薬剤の導入は、高い効果を示したと考えられる。ただし、図1に示したほ場のように有効積算温度から計算された理論上の防除適期に薬剤を導入したにも関わらず、散布後に幼虫の増加傾向が認められる場合があり、白石ら（2014）が述べているように、導入した薬剤が卵に効果が無いことが影響した可能性がある。この点については、散布時期の移動調整や卵にも効果がある薬剤を導入するなどの改善が必要と考えられる。

なお、本種については、ファイトプラズマ病であるPear decline Taiwan (PDTW) を媒介し、感染したナシ樹は衰弱し枯死するとされているが、試験期間中の調査では、萎凋症状などの異常を示す樹体は認められなかった。しかしながら、本病の発生については、今後とも注意していく必要がある。

また、本試験の中では本種の侵入経路や県内での拡散の経過については明らかにできなかった。侵入方法については、ミカンキジラミが下層ジェット気流に乗

って九州本土沿岸まで長距離移動する可能性が示唆されており（2005 坂巻）本種も同様に飛来した可能性もある。さらに、佐賀県と山口県（下関市豊北、萩市、阿武町）の個体群は遺伝的集団構成が異なるとの報告があり（加藤ら 2013）、両県における本種の侵入前の発生地も異なる可能性がある。イネのウンカ類では、海外で薬剤抵抗性を発達させた個体が侵入して問題となっていることはよく知られており、本種についても今後は薬剤感受性の変化が生じる可能性が否定できない。こうしたことから、本種については今後も県内における発生状況の確認を継続するとともに、遺伝的特性や薬剤抵抗性の発達の有無等について調査していくことが必要と考えられる。

摘要

ナシの害虫であるチュウゴクナシキジラミが 2012 年に山口県の北部で発生した。しかし、発生を調査するための効果的なトラップが明らかでなかった。そこで、いくつかのトラップについて比較を行った。その結果、“ホリバーイエロー”が誘殺効率及び設置作業性で優れていることを明らかにした。トラップを用いた誘殺調査とほ場での見取り調査の結果、本種の発生を 2015 年までに県内の全てのナシの産地で確認した。また、ほ場における本種の年間を通じたライフサイクルについて明らかにし、成虫の発生ピークに基づく防除適期を決定した。また、有効な薬剤のスクリーニングを行い、クロチアニジン水溶剤など効果の高い薬剤を選定し、現地の防除体系に組み込み、ほ場で効果を確認した結果、本種の密度が大幅に減少し、すす病の発生も減少することが確認された。

引用文献

口本文孝ら. 2012 : 佐賀県におけるチュウゴクナシキジラミの発生と防除対策. 植物防疫, 66(11) : 6-11.
井上広光. 2012 : チュウゴクナシキジラミの特徴と国内での発生について. 植物防疫 66(9), 494-498.
井手洋一ら. 2012 : チュウゴクナシキジラミに対する各種殺虫剤の検討. 九州病害虫研究会報 : 83-87.
加藤 寛ら. 2013 : 佐賀県と山口県のナシ園に発生した

チュウゴクナシキジラミのCOI周辺領域の塩基配列の比較. 九州病害虫研究会報 : 九州病害虫研究会報 : 126.
塩見宜久ら. 2013 : ナシ葉片を用いたチュウゴクナシキジラミの室内累代飼育法の検討. 九州病害虫研究会報 : 125-126.
井上広光. 2014. : チュウゴクナシキジラミを識別するための絵解き検索. 植物防疫 68(4).
白石祥子ら. 2014 : ナシを加害するチュウゴクナシキジラミの卵に対する薬剤の効果. 佐賀県研究成果情報.
坂巻祥孝. 2005 : カンキツグリーンング病を媒介するミカンキジラミ（半翅目、キジラミ科）の移動について

カンキツ「南津海」におけるさび果病の防除対策

村本 和之・兼常 康彦・棟居 信一*

Control of Anthracnose Tear Stain on the Fruits of the Citrus Cultivar “Natsumi”

Kazuyuki MURAMOTO, Yasuhiko KANETSUNE and Shinichi MUNESUE

Abstract: The occurrence of rusty, brown stains on the fruits of the citrus cultivar “Natsumi” before harvest causes financial loss to growers because of lower returns due to their unattractive appearance. During the course of this study, *Colletotrichum gloeosporioides* was isolated from the rusty, brown area and was identified as the agent responsible for this symptom by inoculating the fungus with the “Natsumi” fruits. The results revealed that the symptom results from the disease “anthracnose tear stain.” After field experiments, the results revealed that the number of tear-stained fruits decreased when dead branches and fruits in the outer periphery of the trees were removed. In addition, pyraclostrobin-boscalid and kresoxim-methyl are effective fungicides in controlling this disease.

Key Words : anthracnose , *Colletotrichum gloeosporioides*

キーワード : 炭疽病、炭疽病菌

緒 言

「南津海」は、周防大島町の山本弘三氏が「カラ」マンダリンに「吉浦ポンカン」の花粉を交配して育成した晩生カンキツであり、「カラ」マンダリンの珠心胚実生と考えられている(岡崎・池田, 2007)。本品種は豊産性で食味が良く、ほとんどのカンキツの出荷が終了した4月から5月に出荷されることから、安定した価格で販売されている。また、「南津海」の穂木に軟放射線を照射をして作出した「南津海シードレス」は、種子がほとんど入らないこと以外は栽培特性や果実品質が「南津海」と同等であり(兼常・村本, 2013)、今後、「南津海」に代わる品種として期待されている。

「南津海」には、収穫直前に果皮の一部が褐色に変化する「さび状汚染」とよばれる症状が発生し、外観品質が著しく低下することが生産者の間で問題となっ

ている。本症状は、レモンやナツミカン、ブンタン類などで問題となっているさび果病(山田ら, 1965)と考えられたが、本病は品種による発病程度の違いが大きく、「南津海」の種子親である「カラ」マンダリンにはさび果病は観察されていない(田中, 1968a)。また、著者らの観察では花粉親の「吉浦ポンカン」にもこの症状は認められない。

「南津海」で観察された症状のうち、一部の症状は果皮の油胞間のみ小さな斑点が発生するため、小黑点病と同様に網目状に見えるなど、ナツミカンやブンタン類のさび果病とは症状がやや異なる。

本報告では本症状の現地での発生状況や発生要因、防除方法について検討したので、その結果について述べたい。

材料および方法

*現在 : 岩国農林事務所

1 発生状況および発生推移

1) 発生状況

周防大島町の農家ほ場において、2013年4月23日と26日にさび状汚染果の発生状況を外りの100果について、病害虫発生予察要項のカンキツ黒点病調査基準に準じて調査した。観察の結果、果面の一部分が褐色となるさび症状、網目状に見える網目症状、ややへこんだ褐色の斑点となる褐色斑点症状の3種類の症状が認められたため、調査はそれぞれの症状について行った。

2) 発生推移

周防大島町東安下庄の例年多発する現地ほ場において、2012年から2014年までの3年間の2月から5月まで、さび状汚染果の発生推移を調査した。

2 発生原因

1) さび状汚染果からの菌の分離

2012年と2013年の4月から5月にかけて、山口県内の「南津海」ほ場からさび状汚染果の認められる114個の果実を採取し、症状ごとにそれぞれの部分から組織分離法により糸状菌を分離した。培地はクロラムフェニコール(50ppm)を添加したPDA培地を用いた。

2) 接種試験

2012年8月16日に周防大島町の「南津海」現地ほ場(露地栽培、慣行防除園)において、「南津海」のさび状汚染果の網目症状から分離したY04株の培養枝(長さ50mm、太さ10mm程度)を針金で果実に設置し、菌を果実に接種した。果実の症状は、2013年5月1日に調査し、発病率と発病度を求めた。

2013年の接種試験においては、接種した菌以外の菌が果実に感染することを防ぐため、Y04株の分生子液(10^6 spores/ml)を果実に滴下し、乾燥防止のためパラフィルムで2日間覆い、その後は果実袋で接種果を被覆して他の病原菌の感染を防いだ。接種はセンター内の「南津海シードレス」(露地栽培、慣行防除園)に対して8月7日に行った。無接種区については蒸留水を滴下した。調査は2014年5月9日に行い、発病率と発病度を求めた。

接種後、発病した果実については、前記の方法により菌を再分離した。

3) 病原菌の同定

さび症状から分離されたT03、網目症状から分離されたY04の2菌株をPDA培地で5日間25°Cで培養し、形成された分生子の形態を調査した。付着器の形態はジャガイモ・ニンジン煎汁培地を用いたスライド培養法により調査した。

また、さび症状から分離されたT03、TY01、TY03、U02、U03、G3の6菌株、網目症状から分離されたY04、A2、C3の3菌株については、全DNAを抽出後、*Colletotrichum gloeosporioides*に特異的なプライマーCgInt (Mills et al., 1992) およびITS4 (White et al., 1990) を用いてPCRを行った。PCRはMultiplex PCR Assay Kit (タカラバイオ株式会社)を用い、94°Cで30秒間の変成後、94°Cで30秒間、55°Cで1分間、72°Cで2分間を40サイクル、最後に72°Cで5分間反応させた。得られたPCR産物を2%アガロースゲルで電気泳動後、エチジウムブロマイドで30分間染色し、450bp付近におけるバンドの有無を観察した。

3 防除

1) 耕種的防除

さび状汚染果の多発する「南津海」園において、2011年8月10日に枯れ枝(枯れた果梗枝を含む)を剪除した。試験は1区1樹3反復で実施した。調査は2012年4月24日に外なり、内なりの各50果について、発生予察要項のカンキツ黒点病調査基準に準じて行った。

また、剪除した枯れ枝の一部については、果梗枝とそれ以外の枝を分別し、水道水で洗った後、シャーレ内の濡らしたろ紙の上に並べて湿室状態で3日間保ち、*Colletotrichum* sp. の胞子塊の形成率を調べた。

2) 防除薬剤の選抜

(1) 試験1

多発生現地ほ場の「南津海」を用い、1樹あたり10リットルの薬液を動力噴霧器で散布した。試験は1区1樹3反復とした。薬剤は下記の4薬剤を用いた。処理は2011年8月10日、9月7日、10月11日の3回行い、2012年4月18日に調査を行った。

供試薬剤：①チオファネートメチル70%水和剤1,000倍、②ピラクロストロビン6.8%・ボスカリド13.6%水和剤2,000倍、③クレソキシムメチル47%水和剤2,000倍、④イミベンコナゾール30%水和剤4,000倍

(2) 試験2

中発生現地ほ場の「南津海」を用い、1樹あたり10リットルの薬液を動力噴霧器で散布した。試験は1区1樹3反復とした。薬剤は下記の4薬剤を用いた。処理は2012年9月7日、10月4日の2回行い、調査は2013年4月25日に行った。

供試薬剤：①イミノクタジンアルベシル酸塩30%水和剤1,000倍、②クレソキシムメチル47%水和剤2,000倍、③ピリベンカルブ40%水和剤2,000倍、④チオファネー

トメチル70%水和剤1,500倍

(3) 試験3

多発生現地ほ場の「南津海」を用い、1主枝あたり3リットルの薬液を動力噴霧器で散布した。試験は1区1主枝3反復とした。薬剤は下記の9薬剤を用いた。処理は2012年8月16日、9月19日、10月15日の3回行い、2013年5月7日に調査を行った。

供試薬剤：①ピラクロストロビン6.8%・ボスカリド13.6%水和剤2,000倍、②クレソキシムメチル47%水和剤2,000倍、③ジエトフェンカルブ12.5%・チオファネートメチル52.5%水和剤1,000倍、④イミノクタジンアルベシル酸塩40%水和剤1,000倍、⑤チオファネートメチル70%水和剤1,000倍、⑥ジチアノン42%水和剤1,000倍、⑦イミベンコナゾール30%水和剤4,000倍、⑧プロピネブ70%水和剤500倍、⑨8-ヒドロキシキノリン銅35%水和剤600倍

3) 3月の薬剤散布の効果

多発生現地ほ場の「南津海」を用い、1樹あたり10リットルの薬液を動力噴霧器で散布した。試験は1区1樹3反復とした。薬剤はチオファネートメチル70%水和剤1,500倍を用いた。処理は発病初期の2014年3月31日に行い、調査は2014年5月9日に行った。

結果

1 発生状況および発生推移

1) 発生状況

調査した全ての「南津海」ほ場でさび状汚染果が認められ、ほ場による発生程度の差が大きかった(第1表)。調査で認められた症状は、大きく分けて次の3症状であった(第1図)。

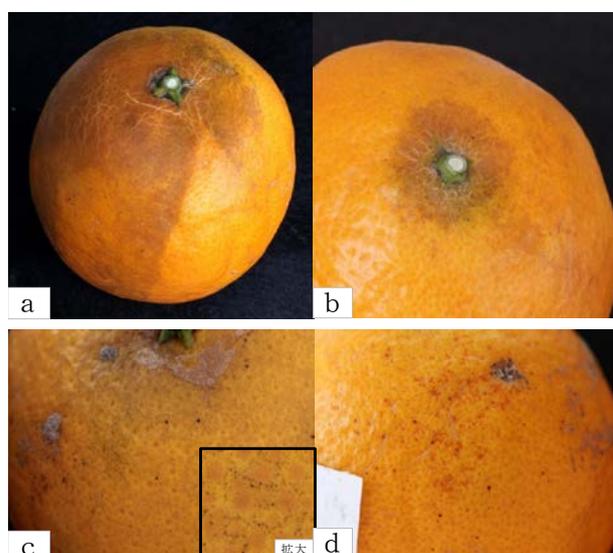
①さび症状：主に果実の上部から赤道面にかけて見られ、果面が褐色になる。流れたように発生しているものもある。網目症状の中心部に見られることが多い。本症状が果梗部周辺に発生する場合、着色遅れの果実と類似して見える。発生部を拡大すると、褐色の小さな斑点が油胞上や油胞間に密集して発生しているものや亀裂が生じているものがある。

②網目症状：さび症状と同様に果面が褐色になるが、さび症状に比べてあまり目立たない。病斑部を拡大すると褐色の小さな斑点が主に油胞間に認められるため、網目状に見える。

③褐色斑点症状：前記二症状より斑点が大きく、ややへこんだ褐色斑点がみられる。さび症状や網目症状と

ともに認められる。

症状ごとの発生果率と発病度については、さび症状はそれぞれ13.4%、5.1、網目症状は28.1%、7.7、褐色斑点症状は1.2%、0.2であった(第1表)。さび症状と網目症状の違いは、さび症状は果皮の油胞上と油胞間のいずれにも褐色の小さな斑点が認められるのに対し、網目症状は油胞間のみであり、斑点の色については違いがなかった。一方、油胞上にも少数の斑点がある網目症状もあること、さび症状と健全部の境には網目症状が認められることから、さび症状と網目症状は程度の差による連続的なものであると考えられた。褐色斑点症状はさび症状または網目症状と混発していた。



第1図 「南津海」におけるさび果病の病徴

a: さび症状、b: さび症状(果梗周辺に発生)
c: 網目症状、d: 褐色斑点症状

第1表 「南津海」におけるさび果病の発生状況

ほ場	症状			全ての症状
	さび症状	網目症状	褐色斑点症状	
A	1.0	18.6	0	18.6
	0.1	2.9	0	2.9
B	5.9	55.9	7.8	59.8
	3.9	23.4	1.7	25.9
C	17.6	18.6	0	21.6
	7.0	3.5	0	8.1
D	13.7	14.7	0	14.7
	4.8	2.4	0	4.9
E	44.1	49.0	0	50.0
	16.9	10.6	0	18.6
F	4.9	11.8	0	12.7
	2.1	3.4	0	4.3
G	17.6	22.5	0	23.5
	5.3	5.2	0	7.3
H	2.0	33.3	2.0	36.3
	0.8	10.1	0.3	10.8
平均	13.4	28.1	1.2	29.7
	5.1	7.7	0.2	10.4

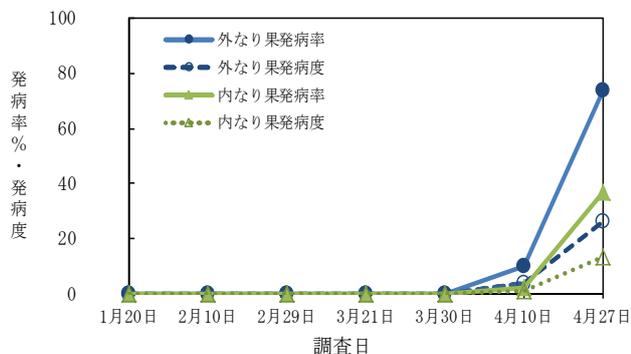
調査月日：A～G 2013年4月23日、H 4月26日

上段：発病率、下段：発病度

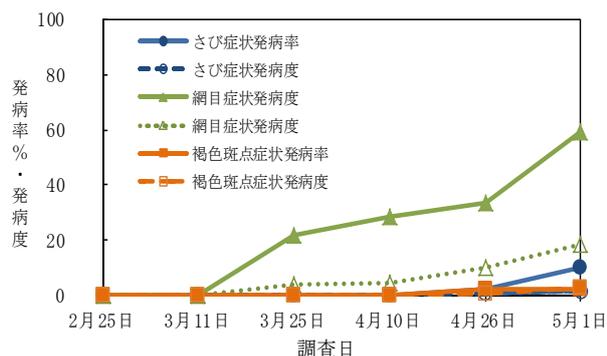
発病度：病害虫発生予察要項のカンキツ黒点病調査基準による

2) 発生推移

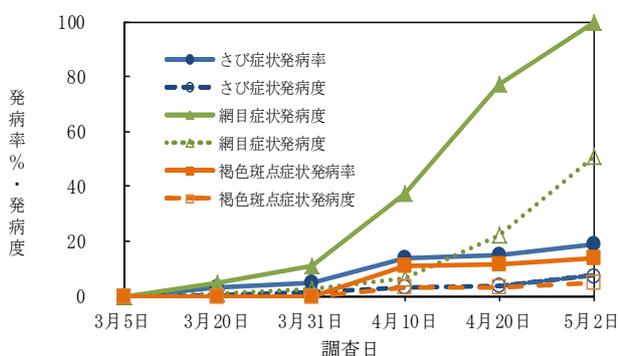
3年間の調査において、3月中旬まではいずれの症状も認められなかった。網目症状は2012年は4月上旬から、2013年と2014年は3月下旬から発生が認められた。さび症状と褐色斑点症状は網目症状の発生後に増加した。いずれの症状も収穫直前の4月下旬から5月上旬まで増加した(第2図、第3図、第4図)。また、発生は外なりの果実で多い傾向が認められた(第2図)。



第2図 「南津海」におけるさび果病の着果部位別発生推移
調査場所：周防大島町現地圃場、調査年月：2012年1月～4月
発病度：病害虫発生予察要項のカンキツ黒点病調査基準による



第3図 「南津海」におけるさび果病の発生推移
調査場所：周防大島町農家ほ、調査年月：2013年2月～5月
発病度：病害虫発生予察要項のカンキツ黒点病調査基準による



第4図 「南津海」におけるさび果病の発生推移
調査場所：周防大島町現地圃場、調査年月：2014年3月～5月
発病度：病害虫発生予察要項のカンキツ黒点病調査基準による

2 発生原因

1) さび状汚染果からの菌の分離

さび症状、網目症状の認められる果実から、培地上に鮭肉色で粘質な孢子塊を形成する *Colletotrichum*

sp. と考えられる糸状菌がそれぞれ 97.2%、73.0%の率で分離された(第2表)。

第2表 さび状汚染症状の発生した果皮からの菌の分離率

分離組織	置床数	分離率(%)		
		<i>Colletotrichum</i> sp.	その他糸状菌	なし
さび症状	36	97.2	2.8	0.0
網目症状	37	73.0	21.6	5.4
健全	35	17.1	5.7	77.1

褐色斑点症状は、さび症状や網目症状と混発していたため分離しなかった

2) 接種試験

「南津海」の果実に、さび症状から分離した Y04 菌株を培養枝により接種した結果、すべての果実で網目症状が、また 20.0%の果実で褐色斑点症状が発生した。さび症状については発生が認められなかった。一方、無接種の果実では、さび症状は認められず、網目症状が 25.0%の果実で発生した(第3表、第5図)。

「南津海シードレス」の果実に Y04 菌株の分生子液を接種した結果は、33.3%の果実にさび症状が、50.0%の果実に網目症状が発生した。褐色斑点症状については発生が認められなかった。無接種の果実ではいずれの症状も認められなかった(第4表、第5図)。

第3表 *C. gloeosporioides*接種によるさび状汚染症状の再現

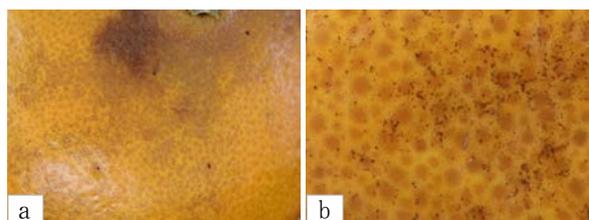
処理	調査果数	症状	発病率 %	発病度
<i>C. gloeosporioides</i> 接種	5	さび症状	0	0
		網目症状	100.0	77.1
		褐色斑点症状	20.0	8.6
無処理	12	さび症状	0	0
		網目症状	25.0	3.6
		褐色斑点症状	0	0

品種：南津海
接種：2012年8月13日、調査：2013年5月1日、接種菌株：Y04
発病度：病害虫発生予察要項のカンキツ黒点病の調査基準による

第4表 *C. gloeosporioides*接種によるさび状汚染症状の再現

処理	調査果数	症状	発病率 %	発病度
<i>C. gloeosporioides</i> 接種	6	さび症状	33.3	4.8
		網目症状	50.0	11.9
		褐色斑点症状	0	0
無処理	6	さび症状	0	0
		網目症状	0	0
		褐色斑点症状	0	0

品種：南津海シードレス
接種：2013年8月7日、調査：2014年5月9日、接種菌株：Y04
発病度：病害虫発生予察要項のカンキツ黒点病の調査基準による



第5図 Y04菌株(*Colletotrichum* sp.)接種によるさび状汚染症状の再現
a 「南津海」、接種：2012年8月13日、調査：2013年5月1日、接種菌株：Y04
b 「南津海シードレス」、接種：2013年8月7日、調査：2014年5月9日、接種菌株：Y04

3) 病原菌の同定

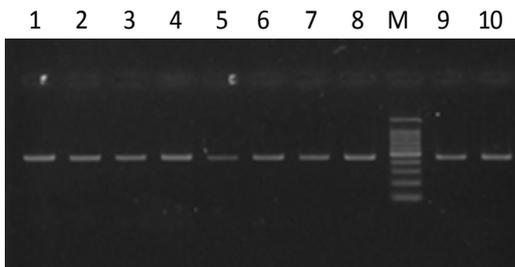
カンキツ「南津海」におけるさび果病の防除対策

さび症状から分離された T03、網目症状から分離された Y04 の 2 菌株の分生子および附着器の形態は、*C. gloeosporioides* (山田ら, 1965 ; 稲田・山口, 2006) と一致した (第 5 表)。また、PCR を行った 9 菌株 (さび症状 6 菌株、網目症状 3 菌株) についても全てで *C. gloeosporioides* に特異的な増幅断片が認められ、これらの菌は *C. gloeosporioides* と同定された (第 6 図)。

第 5 表 分離菌株の分生子および附着器の形態

菌株または既知種 (分離源)	分生子			附着器 の形態	文献
	形態	長さ (μm)	幅 (μm)		
T03 (南津海)	真直な円筒形で 両端が丸い	10.4~18.9 (15.6)	4.7~5.7 (5.0)	卵形~ 不整形	
Y04 (南津海)	真直な円筒形で 両端が丸い	12.3~17.9 (14.9)	3.8~5.2 (4.7)	卵形~ 不整形	
<i>C. gloeosporioides</i> (ナツミカン)	真直な円筒形で 両端が丸い	7.5~27.5			山田ら (1965)
<i>C. gloeosporioides</i> Cs-1 (イチゴ)	真直な円筒形で 両端が丸い	13.8~17.5 (15.1)	5~5.8 (5.5)	卵形~ 不整形	稲田・山口 (2006)
<i>C. gloeosporioides</i> Cs-3 (イチゴ)	真直な円筒形で 両端が丸い	15.0~18.0 (17.4)	5~5.8 (5.5)	卵形~ 不整形	稲田・山口 (2006)

分生子の () は平均値



第 6 図 特異的プライマーを用いた *C. gloeosporioides* の検出
1: T03, 2: TY01, 3: Y03, 4: U02, 5: U03, 6: G3, 7: Y04, 8: A2, 9: C3, 10: No55 (イチゴ炭疽病菌), M: 100bp ラダー, プライマー: CgInt, ITS4

なお、Y04 菌株の接種試験では、網目症状及びさび症状の発生が確認され、双方から *C. gloeosporioides* が分離された。

以上のことから、現地でさび状汚染果と呼ばれている症状は、*C. gloeosporioides* によるカンキツさび果病と診断された。

3 防除

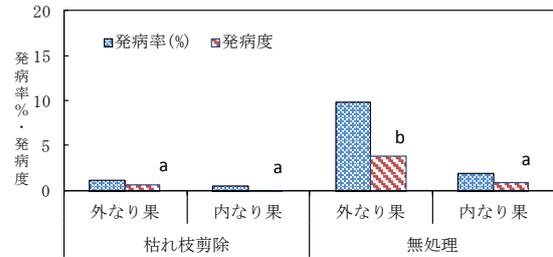
1) 耕種的防除

「南津海」に発生するさび状汚染果は、8月の1回の枯れ枝剪除により、外なりの果実では発生度 3.9 が 0.3 に、内なりの果実では 1.0 が 0.1 に軽減され、枯れ枝剪除による防除効果は大きかった (第 7 図)。

また、剪除した果梗枝の 10% に、*Colletotrichum* 属菌の鮭肉色の分生子塊が形成され、果梗枝以外の枯れ枝には形成されなかった (第 8 図)。

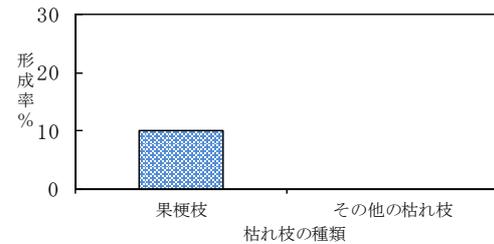
2) 防除薬剤の選抜

多発生ほ場で実施した試験 1 では、供試した 4 種類の薬剤のうち、ピラクロストロビン 6.8%・ボスカリ



第 7 図 枯れ枝剪除が「南津海」のさび果病の発生に及ぼす影響

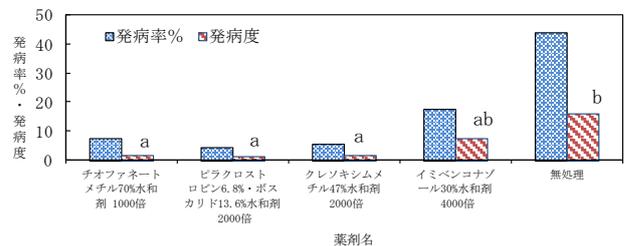
枯れ枝剪除は 2011 年 8 月 10 日、1 区 1 樹 3 反復、慣行栽培農家は場異符号間には、Tukey の多重比較により 5% 水準で有意性あり



第 8 図 枯れ枝の種類の違いによる *Colletotrichum* sp. の分生子塊形成率

2011 年 8 月 10 日に「南津海」の枯れ枝をせん除し、果梗枝とその他に分別し、温室に 3 日間保持した後、*Colletotrichum* sp. の鮭肉色の分生子塊形成率を調査した

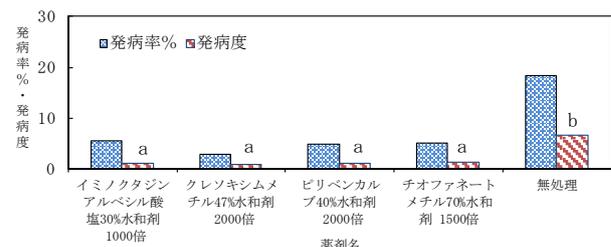
ド 13.6% 水和剤 2,000 倍、チオファネートメチル 70% 水和剤 1,000 倍、クレソキシムメチル 47% 水和剤 2,000 倍の散布区で発生が少なく、高い防除効果が認められた (第 9 図)。



第 9 図 「南津海」さび果病に対する各種薬剤の防除効果

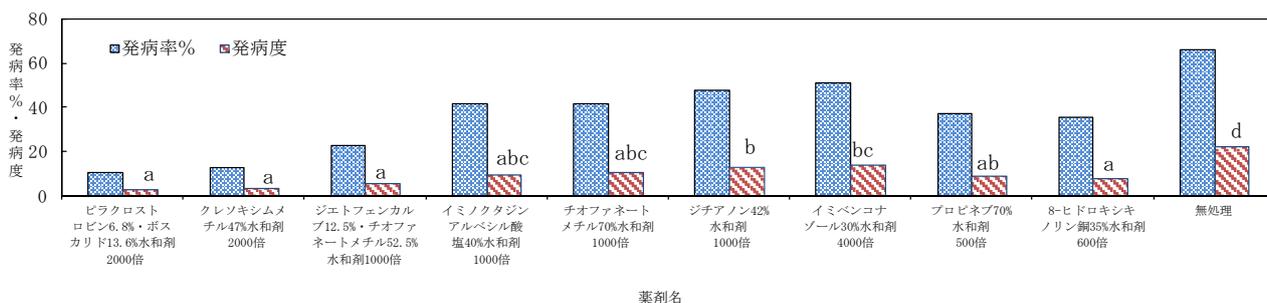
薬剤散布: 2011 年 8 月 10 日、9 月 7 日、10 月 11 日、調査: 2012 年 4 月 18 日、1 区 1 樹 3 反復、慣行栽培農家は場、発病度は病害虫発生予察要項のカンキツ黒点病調査基準による

中発生ほ場で実施した試験 2 では、イミノクタジン アルベシル酸塩 30% 水和剤、クレソキシムメチル 47% 水和剤 2,000 倍、ピリベンカルブ 40% 水和剤 2,000 倍、チオファネートメチル 70% 水和剤 1,500 倍のいずれの散布区も発生が少なく、高い効果が認められた (第 10 図)。



第 10 図 「南津海」さび果病に対する各種薬剤の防除効果

薬剤散布: 2012 年 9 月 7 日、10 月 4 日、調査: 2013 年 4 月 25 日、1 区 1 樹 3 反復、慣行栽培農家は場、発病度は病害虫発生予察要項のカンキツ黒点病調査基準による異符号間には、Tukey の多重比較により 5% 水準で有意性あり



第11図 「南津海」さび果病に対する各種薬剤の防除効果

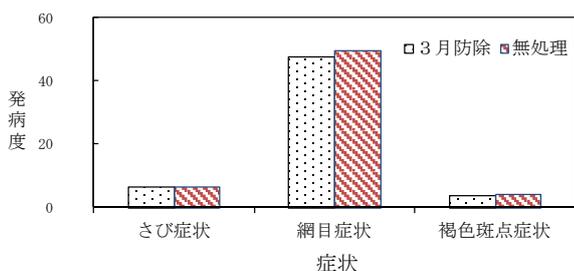
薬剤散布：2012年8月16日、9月19日、10月15日、調査：2013年5月7日、1区1樹3反復、慣行栽培農家ほ場、発病度は病害虫発生予察要項のカンキツ黒点病調査基準による異符号間には、Tukeyの多重比較により5%水準で有意性あり

多発生ほ場で実施した試験3では、9種類の薬剤のうち、ピラクロストロビン6.8%・ボスカリド13.6%水和剤2,000倍、クレソキシムメチル47%水和剤2,000倍の散布区で発生が少なく、高い効果が認められた。

また、ジェットフェンカルブ12.5%・チオファネートメチル52.5%水和剤1,000倍、イミノクタジンアルベシル酸塩40%水和剤1,000倍、チオファネートメチル70%水和剤1,000倍、プロピネブ70%水和剤500倍、8-ヒドロキシキノリン銅35%水和剤600倍も効果が認められた(第11図)。

3) 3月の薬剤散布の効果

症状が認められ始める3月下旬にチオファネートメチル水和剤を散布した結果、無散布区と差がなく、防除効果は認められなかった(第12図)。



第12図 3月の薬剤散布によるさび果病の防除効果

薬剤散布：2013年3月31日、調査：2014年5月9日
 薬剤：チオファネートメチル70%水和剤1500倍
 発病度：病害虫発生予察要項のカンキツ黒点病の調査基準による

考察

さび状汚染症状のうち、さび症状と網目症状から *Colletotrichum* 属菌が高率で分離された。分離された菌を「南津海」および「南津海シードレス」に接種すると、これらの症状および褐色斑点症状が再現された。カンキツ類に褐色のさび症状を示す病害としては、*C. gloeosporioides* によるさび果病が知られており

(山田ら, 1965)、「南津海」と「南津海シードレス」のさび状汚染果は、さび果病によるものと診断された。

カンキツさび果病については、生態や防除法についての詳しい研究が行われており、枯死して半年以内の果梗で炭疽病菌の孢子形成能やナツミカン果実に対する感染力が大であること(田中, 1967)、果実への感染時期は6月から10月で(田中, 1967)、感染してもすぐには発病せず、長期間果皮内に潜伏した後に発病すること(田中, 1968b)、日照が病勢の進行を助長すること(田中, 1968b)などが明らかにされている。また、レモン、ブンタン、グレープフルーツ、ダイダイなどは激しく発病し、スイートオレンジやユズ、ウンシュウミカンなどのマンダリン類はわずかな例外を除いて発病しないなど、品種によって発病に大きな差があることを報告している(田中, 1968a)。一方、「南津海」の種子親である「カラ」マンダリンには発病を認めていないが(田中, 1968a)、本試験において、「南津海」にはさび果病が発生し、問題となることが明らかとなった。

本病の防除方法については、伝染源が枯れ枝であることから、枯れ枝剪除による防除効果について検討した。その結果、枯れ枝剪除区では、無処理区に比べて発生が顕著に少なくなり、防除効果が認められた。

また、着果部別の調査では、内なり果よりも外なり果で発生が多い傾向が見られた。岡崎らは、「南津海」の栽培方法についての研究の中で、外なり果や樹冠上部の大果は浮皮や退色が発生しやすく含核数が多いことから、これらの果実を中心に摘果を行い、葉裏の果実を積極的に利用することを報告しているが(岡崎・池田, 2007)、さび果病の被害軽減の点からも有効と考えられる。

薬剤防除については、プタホール水和剤、ジネブ水和剤などが有効との報告(田中ら, 1968)があるが、前

引用文献

記二薬剤は現在農薬登録がなく、使用できない。本試験では、野菜や果樹類で炭疽病の防除に使用されている薬剤について防除効果を検討した。その結果、ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤、クレソキシムメチル水和剤、ピリベンカルブ水和剤、チオファネートメチル水和剤、ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤、イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤、プロピネブ水和剤、8-ヒドロキシキノリン銅水和剤で効果が認められ、なかでもピラクロストロビン・ボスカリド水和剤、クレソキシムメチル水和剤の効果が高かった。さび果病に登録のある薬剤は、2014年まではマンゼブ水和剤、ジチアノン水和剤、有機銅水和剤のみであったが、2015年にピラクロストロビン・ボスカリド水和剤が炭疽病(さび果)に登録拡大され、「南津海」や「南津海シードレス」のさび果病防除に使用が可能となった。

「南津海」では6月から9月上旬まで黒点病対策としてマンゼブ水和剤を中心に防除が行われており、さび果病の被害軽減にも有効と考えられる。しかしながら、さび果病の感染時期は6月から10月下旬までで、主感染時期は9月中旬から下旬であること、近年秋が高温多雨の傾向にあることを考慮すると、マンゼブ水和剤やピラクロストロビン・ボスカリド水和剤による9月中旬以降の追加防除が必要と考えられる。

なお、3月下旬の薬剤散布の効果は認められなかったことから、感染前の予防散布が重要と考えられた。

摘要

「南津海」には、収穫直前に果実の一部が褐色に変化する症状が発生し、外観品質が著しく低下することが生産者の間で問題となっている。発生部からの菌の分離や接種試験の結果、本症状は *C. gloeosporioides* によるさび果病であることが明らかとなった。

防除対策として、枯れ枝の剪除や外なり果の摘果が有効と考えられた。また、防除効果の高い薬剤として、ピラクロストロビン・ボスカリド水和剤、クレソキシムメチル水和剤を選抜した。

- 稲田稔・山口純一郎, 2006. 促成栽培イチゴにおけるイチゴ炭疽病菌 *Colletotrichum acutatum* 及び *Colletotrichum gloeosporioides* による果実腐敗の発生. 九州病害虫研究会報. 52:11-17
- 兼常康彦・村本和之. 2013. 軟X線照射によるカンキツ新品種「南津海シードレス」の育成. 近畿中国四国地域農業研究成果情報
- Mills P. R., S. Sreenivasaprasad and A. E. Brown. 1992. Detection and differentiation of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates using PCR. FEMS Microbiol. Lett. 98:137-144
- 岡崎芳夫. 2007. 柑きつ「南津海」の栽培、品質保持技術. 平成19年度新たに普及に移しうる技術. 山口県農林総合技術センター
- 田中寛康. 1967. 炭そ病菌によるカンキツのさび果に関する研究 III 感染源ならびに感染期間. 園芸試験場報告 B. 7:73-90
- 田中寛康. 1968a. 炭そ病菌によるカンキツのさび果に関する研究 IV カンキツの種類と発病. 園芸試験場報告 B. 8:91-98
- 田中寛康. 1968b. 炭そ病菌によるカンキツのさび果に関する研究 V 発病開始時期ならびに発病に及ぼす種々の要因について. 園芸試験場報告 B. 8:99-117
- 田中寛康・山田峻一・山本省二. 1968. 炭そ病菌によるカンキツのさび果に関する研究 VI 薬剤防除に関する試験. 園芸試験場報告 B. 8:111-120
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S. & Taylor, J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In PCR Protocols: A guide to Methods and Applications (ed. M. A. Innis, D. H. Gelfand, J. J. Sninsky & T. J. White):315-322. Academic Press: San Diego, U. S. A
- 山田峻一・山本省二・田中寛康. 1965. 炭そ病菌によるカンキツのさび果に関する研究 I 病原菌ならびに寄主範囲. 園芸試験場報告 B. 4:107-116

底面給水栽培の水管理と液肥組成がシクラメンの生育・品質に及ぼす影響

松本 哲朗・松井 香織*

Effect of Water Management and Liquid Fertilizer on the Growth and Flowering of a Subirrigation Culture of *Cyclamen persicum*

Tetsuro MATSUMOTO, Kaori MATSUI

Abstract: Fertilization management by subirrigation is a necessary technique for cost reduction in the cultivation of *Cyclamen persicum*. Therefore, we conducted a research on management techniques for subirrigation to enhance the quality of *C. persicum*. Sensory evaluation of the plant was conducted; for example, the hardness of the leaf layer and esthetic appeal of *C. persicum* was determined based on the length of the flower neck and thickness of the leaf layer. The results of the sensory evaluation were improved by a restriction of up to 15 mm of the water level of the water spray and bottom surface irrigation to the plant for 30 days until the start of the subirrigation. In addition, an increase in the amount liquid fertilizer by a factor of 1.5 at the time of subirrigation and the addition of glucose at a CN rate of 1 improved the shelf life post-shipment and the quality of flowers. This combination was effective in achieving a stable reduction of the inorganic component of the water leached from the soil. In addition, the introduction of sensory evaluation for quality assessment of the shipment in this test made it possible to estimate the preference of the customer.

Keywords; CN rate, glucose, sensory evaluation

キーワード ; CN率、グルコース、施肥倍率

緒言

シクラメンの底面給水栽培は、1974年に岐阜県の渡辺により考案され、その後の改良を経て、現在の樋紐給水方式が普及している。生産工程の中で人件費が最も多くかかる灌水作業を底面給水に変更したことにより、鉢物栽培は急速に大規模経営に発展した。

山口県内の生産者も1990年代に一旦は底面給水栽培に移行したが、2010年現在では、すべての生産者が上部灌水栽培に戻っている。その理由は、①出荷期直前の高濃度施肥による草姿バランスの乱れおよび葉層の軟弱化によるロス商品の多発生、②鑑賞期間中の日持ち性低下による消費者の購買意欲の顕著な低下、これら2点が底面給水栽培の問題点として取り上げられるようになったためである。

ところが、景気後退と過剰生産を背景に2000年頃からシクラメンの価格は低下し続け、5寸鉢の県内

市場の鉢単価が500円を割り込み、マイナス収益になる生産者がみられるようになった。このような状況下においては、売上高の低下が減収の大きな要因となるため、コスト削減が重要課題となり、上部灌水栽培から底面給水栽培への再移行が必要になった。

そこで、本研究では、高品質化を目指した底面給水栽培の管理方法を検討するため、重要な要因と考えられる水管理と施肥方法の改善に取り組んだ。

著者らは、これらの技術の組み合わせと独自の品質評価方法により、市場と消費者から求められる高品質なシクラメンの底面給水栽培方法を検討した。

材料および方法

1 底面給水栽培の水管理方法が出荷時の品質に及ぼす影響

紐給水プラスチック鉢(直径15cm)に2013年7月15日に鉢上げした山口県内の農家が育成した品

*現在：周南農林事務所

種‘パステル・レッド’を供試した。鉢上げの用土は、p F1.5の気相率が30%になるように、赤玉土中粒、同細粒、バーク堆肥、ピートモス、もみ殻堆肥、ゼオライトを30:10:40:10:5:5の割合で配合し、46重焼リン（ク溶性リン酸46%）を3g/l、熔リンを5g/lを混合したのち、蒸気消毒で温度90℃以上にて30分間加熱したのち2か月間日陰で保管して用いた。底面給水開始までの上部灌水期間は、定植日から0日間、30日間、60日間の3水準とした。これらの水準それぞれに底面給水用の桶内の上限水位15mm、25mm、35mmの3水準を組み合わせて9試験区を設置した。桶内の水位の上下限の制御は、通電センサーとリレースイッチで水中ポンプの電源を制御し、下限が5mmとなるようセンサー位置を調整した。

調査内容は、出荷時期の生育測定値として、株幅、葉枚数、葉層、株下、花首、花層を各区10株ずつ計測した。高品質を謳うにあたって、品質の定義を明確に示す必要があったため、品質を出荷時と鑑賞期間の2つのステージに分けた。出荷時の品質については、花市場のセリ人4名により、官能的な草姿バランスと葉層の硬さをシェッフエの対比較法（長沢・川栄，2008）を用いて各区3株ずつで評価した。また、鑑賞期間の品質は、既存の研究手法と同様に開花数および花と葉の脱落数で評価した。

2 底面給水液肥のCN率の違いが出荷時および鑑賞時の品質に及ぼす影響

2014年7月10日に試験1と同様に鉢上げした。ただし、上部灌水期間を30日間、桶内の水位は上限15mm、下限5mmとし、置き肥の施用をすべての区に240日タイプを7月20日に2g/鉢、9月1日に2g/鉢、150日タイプを10月1日に3g/鉢とした。

試験は底面給水開始時の8月10日から開始し、給液濃度を1倍、1.5倍、2倍の3水準とし、それぞれの濃度に対してCN率が0、1、2の3水準になるようにグルコースの添加を組み合わせ、9試験区を設置した。施肥倍率1の底面給水の液肥濃度は、窒素濃度で8月は15ppm、9月は30ppm、10月は45ppm、11月は60ppm、成分比率はN-P-K=10-10-20とした。液肥中の窒素に対する炭素の割合（以下、CN率）は、液肥の窒素の重量%とグルコースの炭素の重量%を用いて算出した。

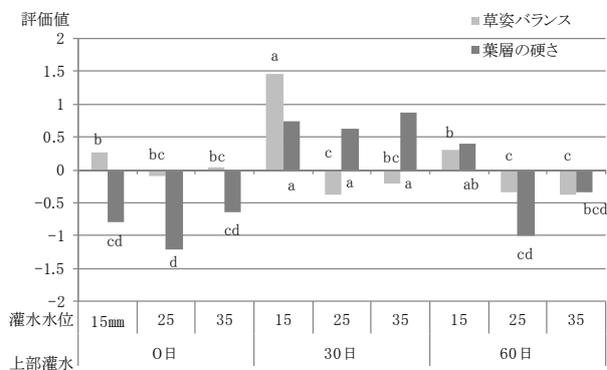
調査内容は、出荷時の生育測定は水管理試験と

同様とした。また、1株あたり新展開葉3枚を対象にSPAD値を計測し、その平均値を株の値とした。土壌溶脱水は、各鉢に50mlのイオン交換水を摘出して鉢底から浸み出る水を、隔週で各区3鉢1セットとして採取した。分析は、硝酸態窒素はサリチル硫酸法、アンモニア態窒素はインドフェノール法、リン酸はトルオーグ法、カリウム、カルシウム、マグネシウムは原子吸光法で行った。また、鑑賞時の品質では、鑑賞時を想定した環境として、日長は蛍光灯12時間点灯（光量子束密度50μmol/m²/s）、室温は20℃一定、施肥は120日タイプの置き肥2g、水管理は底面皿の水がなくなってからの補給とした。調査株数は各区3株とし、2か月間の萎れ花、黄化・褐変葉の発生数、および、開花数を調査した。

結果

1 底面給水の水分管理方法が出荷時の品質に及ぼす影響

出荷時における草姿バランスの評価は、上部灌水30日間の後に桶水位15mmで管理した区が最も優れた。また、上部灌水期間にかかわらず、水位が低い



第1図 上部灌水日数および底面給水水位の組み合わせ処理が出荷時の草姿バランス^zおよび葉層の硬さ^yの官能評価値^xに及ぼす影響
z 分散分析: 主効果F=5.64, p値<0.00001(**)
y 分散分析: 主効果F=11.61, p値<0.00001(**)
x 評価方法: シェッフエの対比較により、草姿を評価値(-2~2)で数値化

ほど草姿バランスが良くなる傾向がみられた。また、水位が低くなるほど株幅は大きく、株下は低く、花首は短くなる傾向があった。

また、葉層の硬さの評価は、上部灌水30日間のすべての水位、および、上部灌水60日間の水位15mmで高かった（第1図、第1表）。

因子ごとの影響では、上部灌水期間（底面給水までの期間）は長くなる程、全高、株幅が小さく、株下が高く、葉枚数が少なくなり、株の立体的な大きさを抑制する効果があった。また、上部灌水のそれ

それぞれの期間において、桶水位が低い程、全高は低く、開花本数は多く、花首は短くなり、草姿バランス及び葉層の硬さの評価値が優れた（第1表）。

2 底面給水液肥のCN率と施肥倍率の違いが出荷時および鑑賞時の品質に及ぼす影響

草姿バランスの評価値は、CN率1で施肥倍率が1ならびに1.5の時に高かった。また、葉層の硬さの評価値は、CN率1のすべての施肥倍率およびCN率2の施肥倍率1で高かった（第2図）。

土壌溶脱水のpHは、CN率0の時は時期とともに低くなる傾向があったが、CN率1以上では時期にかかわらず高い値を維持した。ECは、CN率0の時は各時期とも（10月21日の施肥倍率2を除いて）施肥倍率に比例して数値が変化したが、CN率1以上では、10月以降において施肥量にかかわらず低く推移した。窒素は、CN率1以上になると低い濃度で安定し、特にNH₄-Nは検出されなくなった。P₂O₅は、CN率1以上ではCN率0に比較して低く、施肥倍率にかかわらず一定の濃度が保たれた。K₂Oは、

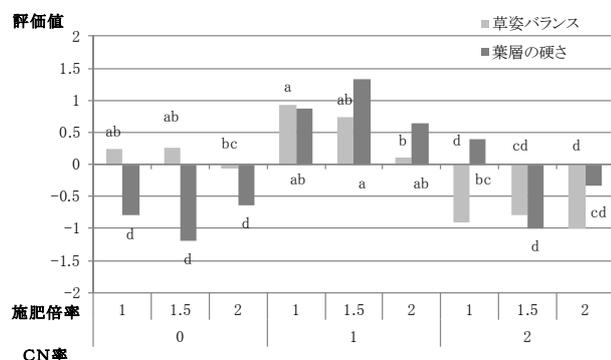
第1表 上部灌水日数と桶水位の違いが出荷時草姿測定値に及ぼす影響

上部灌水 (日)	桶水位 (mm)	全高 (cm)	株幅 (cm)	株下 (cm)	葉枚数 (枚)	開花数 (本)	花首 (cm)
0	15	41.2 ± 0.3 a ^y	37.9 ± 0.4 a	6.3 ± 0.4 c	108.4 ± 3.9	24.4 ± 1.8	3.0 ± 0.3 abc
	25	40.1 ± 0.3 ab	37.0 ± 0.2 a	7.0 ± 0.5 abc	107.2 ± 4.9	33.4 ± 2.9	1.8 ± 0.3 bcd
	35	40.0 ± 0.7 ab	36.3 ± 0.4 ab	6.6 ± 0.3 bc	106.6 ± 5.9	34.6 ± 1.6	2.1 ± 0.3 bcd
30	15	40.1 ± 0.6 ab	36.4 ± 0.4 ab	6.1 ± 0.4 c	110.2 ± 2.1	32.2 ± 5.8	1.5 ± 0.2 c
	25	38.7 ± 0.1 b	36.3 ± 1.3 ab	6.9 ± 0.5 abc	109.4 ± 4.1	31.0 ± 0.9	1.9 ± 0.2 bcd
	35	39.3 ± 0.6 ab	35.9 ± 0.5 abc	7.7 ± 0.2 abc	106.8 ± 2.7	31.4 ± 1.1	3.1 ± 0.4 ab
60	15	38.2 ± 0.5 b	33.3 ± 0.5 cd	6.6 ± 0.3 bc	99.8 ± 2.5	29.6 ± 1.6	1.3 ± 0.3 d
	25	38.1 ± 0.4 b	33.8 ± 0.6 bc	8.5 ± 0.5 ab	100.2 ± 3.0	29.0 ± 1.0	3.0 ± 0.5 abc
	35	39.6 ± 0.7 ab	30.6 ± 0.4 d	8.8 ± 0.6 a	100.4 ± 1.6	29.2 ± 1.2	4.2 ± 0.4 a
分散分析 ^z		*	**	**	ns	ns	**
上部灌水 ^x		**	**	**	*		
桶水位			**	**			**
上部灌水*桶水位		*				*	**

z 9処理区の分散分析の結果を、p値(*<5%、**<1%で有意差あり、nsは有意差なし)で示した

y Tukey-Kramerの多重比較により、異なるアルファベット間には5%水準で有意差あり

x 上部灌水、桶水位の2因子の影響度の分析を、p値(*<5%、**<1%で有意差あり)で示した



第2図 CN率および施肥倍率が出荷時の草姿バランス^z

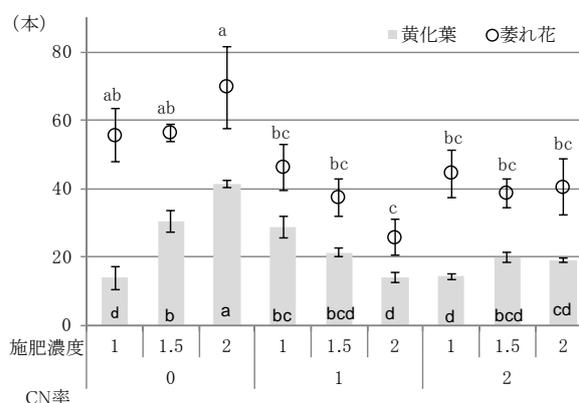
および葉層の硬さ^yの官能評価値に及ぼす影響

z 分散分析: 主効果F=7.93, p値<0.0001(**)

y 分散分析: 主効果F=11.61, p値<0.0002(**)

x 評価方法: シェッフェの一対比較により、草姿を評価値(-2~2)で数値化

出荷時の生育測定値への影響は、施肥倍率が増える、株高が高く、株下が低く、葉層が厚くなるため、側面から見た株全体に占める葉層の面積が大きくなった。CN率が高くなると、株幅が小さく、葉枚数、開花数が少なく、葉層が薄く、花首が長く、軸径が太く、SPAD値が低くなり、施肥倍率とは逆に株に占める葉層の面積が小さくなり、花器が大きくなった。交互作用は株幅にみられ、CN率が高い程小さくなり、施肥倍率が増えるほど大きくなった（第2表）。



第3図 鑑賞期間^z中の黄化葉および萎れ花の積算数^yの推移

z 2013年12月3日~2014年2月7日の66日間

室温20℃一定、光量子束密度50 μmol/m²/sで12時間日長

1日の温度=1時間間隔の計測値の平均値

y 積算温度880℃時の黄化葉(枚)と萎れ花(本)の積算数

CN率1以上では、時期を追うごとに濃度が低下する傾向があった。Ca0は、CN率1以上において施肥倍率の高い区の濃度が低くなる傾向がみられた（第3表）。

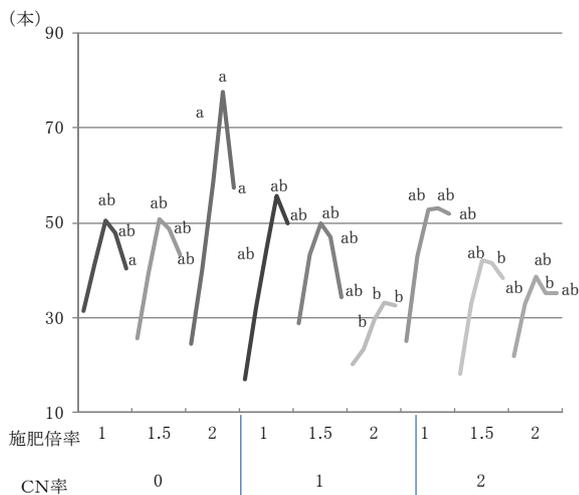
鑑賞期間中の黄化葉の積算枚数は、CN率0、施肥倍率2の時がいずれの区よりも有意に多かった。CN率0、施肥倍率1が黄化葉の積算枚数が少なく、CN率1以上の施肥倍率1を除いたすべての区で、これと同等に少なかった。また、萎れ花の積算本数も同様に、CN率0で施肥倍率2が最も多かった。

CN率1で施肥倍率2が最も少なく、グルコース添加した区で少なくなる傾向があった(第3図)。

開花本数は、CN率1で施肥倍率2の区で最も本数が多くなった。CN率1以上は、施肥倍率が高くなる程少なくなる傾向があった(第4図)。

考察

試験1では、水管理により株の草姿バランスと葉層の硬さを制御することが可能であることが示唆された。5寸鉢への定植後、根が鉢の側面及び底面の壁面まで達する期間は20日程度である。その間、上部灌水により栄養分と酸素の両方の供給が十分であれば根の成長が促され、地上部と地下部の生育はバランスよく進む。しかし、底面給水を定植後すぐに開始し、栄養分だけが十分で酸素が不足した状態になると、根の成長が抑制されて地上部だけが大きくなる。こういった草姿バランスの乱れは機能面にも表れ、三浦(1982)が述べているように葉の蒸散速度が根の水分の吸い上げ速度より速くなるため葉内水分の保持力が弱くなり、その結果として葉層が柔らかくなると考えられる。逆に、上部灌水期間を60日と長めにとってから底面給水を開始すると、高温期の乾燥ストレスにより生育が停滞するため葉枚



第4図 鑑賞期間中^zの開花数^yの推移

z 2013年12月3日～2014年2月7日の66日間
y 調査日は、12/3、12/16、12/29、1/20、1/31

第2表 底面給液のCN率と施肥倍率の組み合わせ処理が生育に及ぼす影響

CN率 ^z 施肥倍率 ^y	全高 (cm)	株幅 (cm)	株下 (cm)	葉枚数 (枚)	開花数 (個)	葉層高 ^x (cm)	花首 (cm)	花軸径 (mm)	SPAD	
0	1	38.9 ± 0.2	40.3 ± 0.7 b ^w	7.6 ± 0.7 bc	115.4 ± 5.5 abcd	30.4 ± 2.7	19.2 ± 0.6 abc	2.0 ± 0.4 c	6.9 ± 0.5 c	56.1 ± 1.33 a
	1.5	41.4 ± 0.6	43.3 ± 0.5 a	6.4 ± 0.2 c	123.4 ± 6.0 ab	26.0 ± 3.1	22.0 ± 0.5 a	2.5 ± 0.5 bc	7.7 ± 0.4 bc	53.6 ± 1.09 a
	2	40.8 ± 0.9	45.5 ± 0.4 a	7.5 ± 0.4 bc	135.8 ± 10.6 a	26.4 ± 2.0	21.2 ± 0.8 ab	2.6 ± 0.2 abc	7.7 ± 0.2 bc	55.4 ± 0.72 a
1	1	39.2 ± 0.4	36.3 ± 0.4 d	9.8 ± 0.6 a	122.0 ± 5.5 ab	19.4 ± 2.9	17.0 ± 0.8 c	2.3 ± 0.3 bc	8.0 ± 0.2 abc	40.4 ± 1.93 b
	1.5	40.3 ± 0.3	38.8 ± 0.5 bc	7.2 ± 0.3 bc	116.2 ± 5.9 abcd	25.0 ± 2.5	20.0 ± 0.2 ab	2.2 ± 0.3 bc	8.5 ± 0.1 ab	40.8 ± 1.46 b
	2	41.6 ± 1.0	39.3 ± 0.4 bc	6.9 ± 0.3 bc	105.8 ± 4.0 bcd	18.2 ± 2.2	20.2 ± 0.9 ab	4.1 ± 0.6 ab	9.3 ± 0.2 a	42.2 ± 1.38 b
2	1	41.3 ± 0.5	37.3 ± 0.4 cd	8.7 ± 0.3 ab	101.4 ± 6.8 bcd	24.4 ± 1.7	18.5 ± 0.3 bc	4.5 ± 0.5 a	8.5 ± 0.3 ab	42.2 ± 0.84 b
	1.5	40.6 ± 0.7	37.6 ± 0.5 cd	6.5 ± 0.4 c	91.2 ± 3.7 cd	19.4 ± 1.5	20.4 ± 0.4 ab	3.2 ± 0.4 abc	8.9 ± 0.4 ab	39.8 ± 2.67 b
	2	40.9 ± 0.5	35.7 ± 0.1 d	7.2 ± 0.6 bc	86.8 ± 3.3 d	23.0 ± 5.8	19.6 ± 0.6 abc	3.7 ± 0.5 abc	8.5 ± 0.1 ab	43.0 ± 1.25 b
分散分析 ^v	ns	**	**	**	ns	**	**	**	**	
施肥倍率 ^u	*		**			**			**	
CN率		**		**	*	*	**		**	
施肥*CN		**		**					**	

Z 液肥中の炭素の重量÷窒素の重量比率、CN率=0はグルコース添加なし
y 標準施肥の液肥濃度[成分:10-10-20、Nppm:8月(15),9月(30),10月(45),11月(60)]に対する倍率
x 葉組により葉が密生した部分の上辺から下辺までの高さ
w Tukey-Kramerの多重比較により、異なるアルファベット間には5%水準で有意差あり
v 9処理区の分散分析の結果を、p値(*<5%、**<1%で有意差あり、nsは有意差なし)で示した
u 施肥倍率、CN率の2因子の影響度の分析を、p値(*<5%、**<1%で有意差あり)で示した

第3表 CN率と施肥倍率による土壤溶脱水中のイオン濃度^zへの影響

CN率 ^y 施肥倍率 ^x	pH(H ₂ O)			EC(ms/cm)			NO ₃ -N			NH ₄ -N			P ₂ O ₅			K ₂ O			CaO			
	(倍)	9/20	10/21	11/19	z	9/20	10/21	11/19	9/20	10/21	11/19	9/20	10/21	11/19	9/20	10/21	11/19	9/20	10/21	11/19		
0	1	6.82	5.94	6.40	0.44	0.34	0.33	31.0	28.5	47.9	0.5	0.2	0.3	39.9	34.1	54.9	99.3	52.5	56.1	20.2	21.8	19.3
	1.5	6.39	5.96	5.98	0.76	0.68	0.66	84.9	88.3	109.3	0.5	1.6	1.0	52.6	82.3	101.9	97.8	74.4	111.7	36.1	46.6	41.6
	2	6.28	6.10	5.75	1.03	0.59	0.79	115.8	163.6	149.6	0.6	2.1	1.0	52.5	98.4	127.3	153.3	171.2	175.7	41.2	35.3	54.6
1	1	7.15	6.82	7.31	0.56	0.34	0.33	20.6	10.5	15.0	0.3	0.1	0.0	47.9	42.7	45.2	87.8	88.3	71.5	14.3	12.6	19.7
	1.5	7.46	6.92	7.35	0.46	0.29	0.33	12.1	11.5	7.2	0.3	0.1	0.0	34.4	41.0	48.4	92.5	132.3	131.9	14.3	17.6	26.5
	2	7.26	7.03	7.34	0.32	0.27	0.30	15.8	4.6	10.0	0.6	0.1	0.1	45.9	41.2	57.0	96.8	73.1	64.7	8.4	11.3	19.7
2	1	7.13	6.62	7.30	0.50	0.28	0.20	4.4	7.5	3.0	0.6	0.3	0.0	66.8	64.3	56.4	27.1	67.2	39.3	7.1	15.5	15.5
	1.5	7.17	7.06	7.26	0.53	0.34	0.44	9.6	11.2	11.3	0.7	0.0	0.0	71.5	60.6	68.0	134.5	100.2	81.3	26.0	13.4	26.9
	2	7.39	6.88	7.30	0.91	0.21	0.33	19.7	15.2	7.3	0.3	0.1	0.1	68.6	67.0	70.8	283.7	111.9	74.3	14.3	13.4	15.5

z 各成分の単位はmg/l
y 液肥中の炭素の重量÷窒素の重量比率、CN率=0はグルコース添加なし
x 標準施肥の液肥濃度[成分:10-10-20、Nppm:8月(15),9月(30),10月(45),11月(60)]に対する倍率

数が少なくなり、葉層全体を支持する力が低くなって柔らかくなる。草姿バランスだけをみると、いずれの灌水期間においても桶内の水位を低く保つことで、評価が高くなる傾向がみられた。特に、上部灌水期間 30 日で株が良い状態であれば、さらに水位を低く保つことで良好な根圏環境を維持したまま開花期まで生育するので、草姿バランスが格段に良くなる。一方、葉層の硬さに関しては、上部灌水期間の影響が大きく現れた。上部灌水期間が 30 日のすべての区で葉層が硬くなったことから、ある程度根が伸長してから底面給水を開始すれば、水位に関係なく株全体の生育が良好になると考えられる。

葉の黄化や花の萎れといった鑑賞時の日持ち性の低下は、光量が不足する環境において硝酸が還元する際に蓄積された炭水化物を消費することに起因している（前田ら，2009）。試験 2 の結果からは、底面給水の液肥にグルコースを適度に添加することで、土壌中の無機成分の過剰供給を緩和することにより、出荷時の草姿バランスと葉層の硬さの評価値が高まり、鑑賞期間の日持ち性が高まることが明らかになった。この背景には、土壌に施用されたグルコースと無機態窒素が急速に微生物に取り込まれ、一部は高度に重合された腐植物質となり長く土壌に留まるが、大部分は有機態窒素（タンパク質、ペプチド、アミノ酸）などとして、植物に吸収される現象があると考えられる（二瓶，2010）。しかし、グルコースの添加量が過多になると、花器の発達が促進され、茎葉の生育が抑制された。その結果、草姿バランスは、花柄が太く長くなり葉層面積が小さくなって草姿バランスが乱れ、葉層の硬さは、葉枚数が減って手への反発力が弱くなり、両者の評価値が低くなった。高品質なシクラメンの条件としては、出荷時の草姿バランスが良くかつ葉層が硬いこと、鑑賞時の黄化葉と萎れ花が少なく開花数が多いことの両方を満たすものであり、その条件を満たす試験区は CN 率 1 で施肥倍率 1.5 の区であった。

化成肥料とグルコースを同時に供給することによって、一定条件であれば、土壌溶脱水の無機成分の分析値が低くなり、植物体内の CN 率が化成肥料のみの区より高くなり、栄養成長と生殖成長の均衡が保たれるため、葉層が硬く鑑賞期間の日持ち性が良くなると考えられる。このように、栄養成長と生殖成長の両方が促進されるようにバランスを取りながら施肥するグルコースを液肥に転化する施肥方法は、

シクラメンの品質を向上する方法の一つであるといえる。

摘要

シクラメンの栽培では底面給水による肥培管理はコスト削減のために必要な手法である。そこで、我々はシクラメンの品質を高めるための底面給水栽培の管理技術について研究を実施した。その結果、底面給水の開始までの植物体の上部への灌水期間を 30 日に設定するとともに底面給水時の水位の上限を 15mm に設定したことは葉層の縦幅を大きくし花首を短くして官能評価による草姿バランスおよび葉層の硬さの評価の値を向上させた。また、底面給水における液肥の成分の管理においては、無機成分の液肥の中にグルコースを CN 率 1 になるように加えることと液体肥料の量を 1.5 倍にすることの組み合わせは土壌溶脱水中の無機成分を安定的に減少させるとともに出荷時の品質と出荷後の日持ち性を向上させた。さらに、この試験における出荷時の品質評価の方法に官能評価を導入したことはセリ人の感覚的な評価の数値化の可能性を示した。

引用文献

- 三浦泰昌．鉢植えシクラメン栽培における水分管理に関する研究（第 1 報）．1982．神奈川県園試研報第 29 号．71 - 79．
- 前田茂一・仲照史・角川由加・後藤丹十郎．2009．Ebb&Flow システムにおけるかんがい水の溶存酸素濃度が鉢花シクラメンの生育と出荷後品質に及ぼす影響．植物環境工学．169 - 174．
- 二瓶直登．2010．植物のアミノ吸収・代謝に関する研究．福島農総セ研報 2．21 - 97．
- 長沢伸也・川栄聡史．2008．Excel でできる統計的官能評価法．p 161 - 217．日科連．東京．

県内黒毛和種繁殖雌牛の血統構成調査と交配に関する研究

大元 義彦・宮崎 元志*・中谷 幸穂**・西村 隆光***

A study on the pedigree structure and crossing of the Japanese Black cattle breeding cows
in the Yamaguchi Prefecture

Yoshihiko OHMOTO, Motoshi MIYAZAKI, Satiho NAKATANI, Takamitsu NISHIMURA

Abstract : Data regarding the genealogy of the Japanese Black cattle are complicated and consequently difficult to understand for many farmers. Therefore, we studied the phylogenetic methods for the Japanese Black cattle in the Yamaguchi Prefecture using existing data. As a result, the pedigree classification method in the current pedigree distribution is considered appropriate for use as a general conventional method compared with the method based on blood volume. In addition, we investigated the structure of the pedigree and genealogy of breeding cows in the Yamaguchi Prefecture and found that the pedigree structure of the Japanese Black cattle is almost the same as that of 5 years ago. According to the survey results, bulls of the pedigree observed during the early Heisei era were found to account for approximately half of the current pedigree configuration of the Japanese Black cattle. In the current pedigree structure in the Yamaguchi Prefecture, "pedigree Hirashigekastu" was most recognized. This pedigree will account for more than half of all the Japanese Black cattle in the short-term future. Furthermore, crossing criteria for the production of stock cattle have been created on the basis of the findings of the present study.

Key Word: breeding standard , genealogy grouping method, genealogy structure

キーワード : 系統分類方法、系統構成、交配判断基準

緒言

牛の生産方法は、自然交配から生の精液による人工授精、そして、凍結保存された精液による人工授精での交配へと、時代とともに変化していき、現在では生産のほとんどが凍結精液による人工授精となっている。

また、近年の情報網の発達はめざましく、インターネットの普及により誰もが簡単に世界中の情報を入手可能な時代となったが、情報量が多くなり、取捨選択が難しい状況にある。

一方、県内の黒毛和種の状況を見ると、10数年前までは、交配に用いる凍結精液は県育成種雄牛あるいは(一社)家畜改良事業団のものに限られていたが、先に述べたような物流や情報網の発達により、県外産種雄牛の凍結精液流入による交配精液数の増加や種雄牛

情報の氾濫から、交配時において農家に困惑が見られている。

このような状況の中、農家の困惑を解消し、農家経営の安定とやまぐち和牛の改良の一助とするため、県内繁殖雌牛の血統構成や産肉成績を調査し、農家交配の判断基準を検討したので報告する。

材料および方法

1 県内繁殖雌牛の血統構成調査

2012年の県内生存雌牛データ((公社)山口県畜産振興協会より提供)5,236頭分を用いて、血統構成割合を調査した。

*現在 : 山口県柳井農林事務所 ・ **現在 : 山口県山口農林事務所 ・ ***現在 : 山口県周南農林事務所

2 県内黒毛和種の系統分類方法の検討

1) 従来法と血液量による分類法の比較

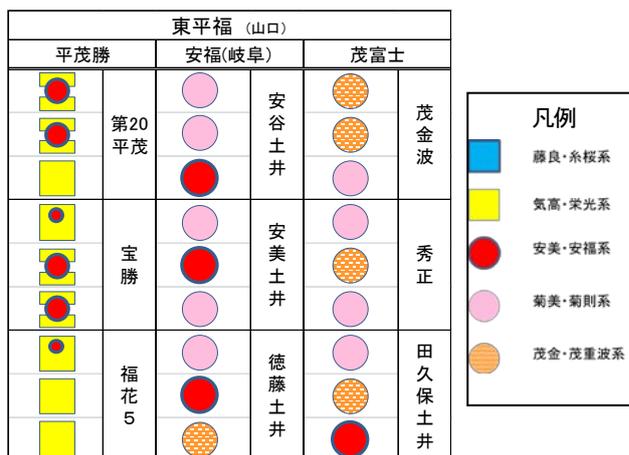
黒毛和種登録簿((公社)全国和牛登録協会発刊)から15,441頭分の血統データを集積したものをもとに、県内の黒毛和種について、従来法(従来から父牛の系統で系統分類する方法)と3代祖および5代祖血液量で系統分類する方法(以下、それぞれ「3代祖血液量」、「5代祖血液量」という)との比較検討を行った。3代祖血液量は3代祖の牛8頭、5代祖血液量は5代祖の牛32頭の系統から割合を算出し、割合が最も多い系統を適用した(第1図)。

なお、系統分類区分は一般的に、鳥取系、島根系および兵庫系の3つに分類されているが、本試験では、鳥取系を平茂勝系とそれ以外の鳥取系(以下、「鳥取系」という)の2つ、島根系はそのまま、兵庫系は安美系、茂金系および菊美系の3つ、計6つに区分した。

2) 5元交配法の検討

近年、全国的に注目の交配方法である5元交配法(宮下, 2009)の系統分類方法について、系統分類として有効かどうかを検討した。

5元交配法は、3代祖種雄牛の各3代祖の種雄牛、計9頭の血液特徴から系統分類を行う方法である(第2図)。



第2図 5元交配法による系統分類

3 県内繁殖雌牛の系統構成調査

2の検討結果に基づき、2012年の県内生存雌牛データ((公社)山口県畜産振興協会より提供)を用いて、繁殖雌牛を系統分類し、系統別構成割合を調査した。

4 系統別産肉調査による交配判断基準の検討

2013年度の県内枝肉情報(枝肉情報全国データベース)を用いて、繁殖雌牛系統毎で交配種雄牛系統別の産肉成績(枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さ、皮下脂肪の厚さ、歩留基準値及びBMS)の平均値を算出した。合わせて、繁殖雌牛の系統毎で、交配した種雄牛の系統とそれ以外の系統の成績で統計処理(t検定)を行い、その結果に基づき交配判断基準を検討した。

本牛	1代祖	2代祖	3代祖	4代祖	5代祖	6代祖		
東平福	平茂勝	第20平茂	気高	豊参	第5栄光	栄光	鳥取系	
				たけもと	鐘福	礼斎	鳥取系	
			第13ひらしげ	気高	ふみこ	谷土井	兵庫系	
				第10ひらしげ	豊参	源吉	鳥取系	
			宝勝	第8気高	たけもと	第5栄光	鳥取系	
				ほりぞえ1	鐘福	西秀	兵庫系	
		はつこ		福花5	西秀	西秀	鳥取系	
				つるあき3	第9ひらしげ	西秀	鳥取系	
		はなえ	安福(岐阜)	安谷土井	安美土井	気高	豊参	鳥取系
					いつひめ	たにくち6	光童	鳥取系
				ちずる	安美土井	気高	豊参	鳥取系
			とくはる		ふさじ	気高	鳥取系	
	はなみ		茂富士	茂金波	豊川	気高	気高	鳥取系
					ふじてる	ふくゆり	戸山	鳥取系
		第5はなこ		新月	藤花	第6吉花	鳥根系	
			はなこ	第2つるあき	第1西村	鳥取系		
				はなこ	田安土井	田福土井	兵庫系	
					ふくむすめ	菊美土井	兵庫系	
				田森土井	田福土井	兵庫系		
				きそひめの1	田照土井	兵庫系		
				安美土井	田福土井	兵庫系		
				ふくむすめ	菊美土井	兵庫系		
				徳藤土井	田藤土井	兵庫系		
				すすよし	茂金波	兵庫系		
			茂福	茂光	兵庫系			
			たつみ	金多	兵庫系			
			秀正	田福土井	兵庫系			
			しづてる	田久保土井	兵庫系			
			新沢	新福田	鳥根系			
			第2さつき	新富	鳥根系			
			第3幸福	福鹿	兵庫系			
			むつこ	谷芳	兵庫系			

第1図 血統図

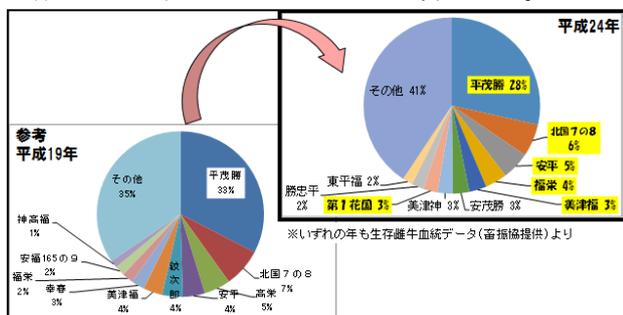
結果

1 県内繁殖雌牛の血統構成調査

2012年の調査を行ったところ、父牛が「平茂勝」が28%と最も多く、次いで「北国7の8」が6%、「安平」が5%、「福栄」が4%、「美津福」と「第1花園」が3%ずつと続いた(第3図)。

また、父牛が「平茂勝」や「北国7の8」といった平成初期(1989年頃)の種雄牛が約半数を占めていたが、「安茂勝」、「美津神」、「勝忠平」、「東平福」といった平成10年(1998年)代の種雄牛も確認された。

一方、5年前の2007年と比較したところ、血統構成はあまり変わっていないことが分かった。



第3図 血統構成割合

2 系統分類方法の検討

1) 従来法と血液量による分類法の比較

2012年の繁殖雌牛の1代祖で、出現頻度の高い種雄牛上位50頭(全体の89.3%を占める)を、従来法、3代祖血液量および5代祖血液量で系統分類を行い比較したところ、従来法と3代祖血液量では、系統分類が異なる種雄牛は「平茂晴」、「福之国」、「糸晴(佐賀)」、「北次郎」、「糸北富士」の5頭(10%)と少なかった(第1表)。また、従来法と5代祖血液量では、3代祖血液量で系統分類が異なった種雄牛に加え、「福桜(宮崎)」、「茂重桜」、「若茂勝」、「茂勝」の計9頭であったが、「茂重桜」、「若茂勝」、「茂勝」といった茂金系は、5代祖まで遡ると派生元が同じ安美系に変わることが分かったことから、真に系統分類が異なったのは5代祖血液量で7頭(14%)と少なかった。

以上のことから、現段階において、県内黒毛和種の系統分類は従来法で十分、分類可能であることが分かった。

第1表 系統が異なる種雄牛

種雄牛名	従来法	3代祖	5代祖
福桜(宮崎)	鳥取系	鳥取系	安美系
平茂晴	鳥根系	鳥取系	鳥取系
福之国	鳥根系	鳥取系	鳥取系
茂重桜	茂金系	茂金系	鳥根系と安美系
若茂勝	茂金系	茂金系	安美系
糸晴(佐賀)	鳥根系	安美系	鳥取系
北次郎	鳥根系	安美系	鳥根系と安美系
糸北富士	鳥根系	鳥取系	鳥取系
茂勝	茂金系	茂金系	安美系
系統が異なる頭数		5	9 (7)

2) 5元交配法の検討

5元交配法を「和牛交配5つの方法」(宮下, 2009)を参考に検討したところ、分類パターンが純系の5、ハーフ系の21、計26と数多くあることが分かった(第2表)。また、5元交配法は最終的に資質系と体積系血液割合のバランスをとる交配を勧めるものであるため、血液割合による分類を検討したが、それでも19と多かった(第3表)。

以上のことから、5元交配法については、普及性の観点から従来法が適当と判断した。

第2表 5元交配法における系統分類

No.	種系	区分	No.	ハーフ系	分類内容	種雄牛例
1	安美系	資質系	1	体積系A型①	体積 × 資質 × 体積	菊花園
2	茂金系	資質系	2	体積系A型②	体積 × 資質 × ハーフ	勝忠平
3	菊美系	資質系	3	体積系A型③	体積 × ハーフ × 体積	第1花園
4	藤良系	体積系	4	体積系A型④	ハーフ × 資質 × 体積	安福久
5	気高系	体積系	5	体積系A型⑤	ハーフ × 資質 × ハーフ	系茂勝
			6	体積系A型⑥	ハーフ × ハーフ × 体積	茂洋
			7	資質系A型①	資質 × 体積 × 資質	安雪照
			8	資質系A型②	ハーフ × 体積 × 資質	安系福
			9	資質系A型③	資質 × ハーフ × 資質	茂重波
			10	資質系A型④	資質 × 体積 × ハーフ	福美美
			11	資質系A型⑤	ハーフ × 体積 × ハーフ	隆之國
			12	資質系A型⑥	ハーフ × ハーフ × 資質	幸重波
			13	体積系B型①	体積 × 資質 × 資質	福桜
			14	体積系B型②	ハーフ × 資質 × 資質	東龍
			15	資質系B型①	資質 × 体積 × 体積	神高福
			16	資質系B型②	ハーフ × 体積 × 体積	貴安福
			17	体積系D型①	体積 × 体積 × 資質	福之國
			18	体積系D型②	体積 × 体積 × ハーフ	金幸福
			19	資質系D型①	資質 × 資質 × 体積	安福165の9
			20	体積系AB型	体積 × ハーフ × 資質	茂勝栄
			21	資質系AB型	資質 × ハーフ × 体積	美津神

第3表 5元交配法における血液割合区分

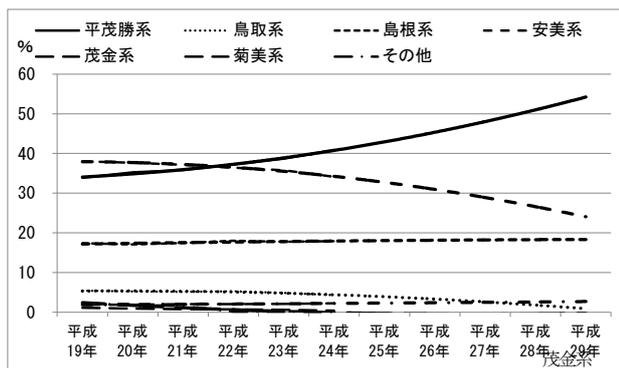
No.	血液割合		上位50頭の種雄牛 構成割合(%)
	資質系	体積系	
1	9.0	0	24
2	8.5	0.5	
3	8.0	1.0	
4	7.5	1.5	
5	7.0	2.0	
6	6.5	2.5	
7	6.0	3.0	12
8	5.5	3.5	
9	5.0	4.0	12
10	4.5	4.5	
11	4.0	5.0	12
12	3.5	5.5	
13	3.0	6.0	18
14	2.5	6.5	
15	2.0	7.0	6
16	1.5	7.5	
17	1.0	8.0	10
18	0.5	8.5	4
19	0	9.0	2

3 県内繁殖雌牛の系統構成調査

上記2の結果を踏まえ、2012年の繁殖雌牛を従来法で系統分類し、系統構成を調査したところ、「父

が「平茂勝系」が41%と最も多く、次いで「安美系」が34%、「島根系」が18%、「鳥取系」が4%、「茂金系」が2%、「菊美系」が0.4%と続いた(第4図)。

また、2007年から2011年の生存雌牛データを系統分類後、系統構成を行い、近似曲線(多項式近似)を用いて2013年以降の予測を行ったところ、「平茂勝系」は今後も増加し、2016年以降は50%を超えることが予測された。それ以外の系統は維持あるいは微減と予測された。



第4図 系統構成の推移と予測

4 系統別産肉調査による交配判断基準の検討

2013年度の県内枝肉情報を従来法により系統分類し、繁殖雌牛系統毎に交配種雄牛系統別の産肉成績を調査したところ、第4表および第5表の結果を得た。

また、それらを比較し統計処理(t検定)を行ったところ、一部の項目で有意差が得られた。

現在の枝肉販売価格は、主に肉質(特に脂肪交雑)で枝肉単価が決定し、それに肉量(枝肉重量)を乗じて決定することから、算出した6項目のうち枝肉重量と脂肪交雑の度合いであるBMSに注目し、肥育もと牛生産の交配判断基準を検討した。

BMSについては、どの系統でも有意差が見られなかったため、枝肉重量に絞って注目した。

繁殖雌牛が「平茂勝系」では、「茂金系」種雄牛の交配で枝肉重量が有意に大きくなり(P<0.05)、また、有意差はなかったものの「島根系」交配で大きくなる傾向が見られた。

繁殖雌牛が「鳥取系」では、「島根系」種雄牛の交配で枝肉重量が有意に大きくなり(P<0.05)、また、有意差はなかったものの「平茂勝系」および「茂金系」交配で大きくなる傾向が見られた。

第4表 系統別産肉成績(1)

繁殖雌牛	交配種雄牛	頭数	枝肉重量(kg)	ロース芯面積(cm ²)	バラ厚さ(cm)	皮下脂肪厚さ(cm)	歩留基準値	BMS(No.)
平茂勝系	平茂勝系	244	461.9	53.0	7.6	2.7	73.2	5.7
	鳥取系	2	383.3	47.0	6.4	2.2	73.0	5.0
	島根系	292	468.3	55.4	7.4	2.6	73.2	5.8
	安美系	430	459.9	56.1	7.7	2.5	73.7	5.9
	茂金系	46	483.7	59.4	7.8	2.6	73.9	6.0
菊美系	2	406.9	57.0	6.5	1.8	74.4	3.0	
鳥取系	平茂勝系	76	447.1	55.1	7.7	2.7	73.7	6.0
	鳥取系	1	446.0	55.0	6.8	1.4	74.3	3.0
	島根系	36	464.2	60.2	7.7	2.7	74.2	6.0
	安美系	60	442.3	56.6	7.6	2.7	73.9	5.5
	茂金系	4	460.2	58.5	7.0	2.3	73.8	4.0
島根系	平茂勝系	229	472.0	55.2	7.7	2.8	73.4	5.8
	鳥取系	35	461.0	59.1	7.7	2.8	74.0	6.1
	安美系	122	439.2	56.3	7.4	2.5	74.0	5.9
	茂金系	15	448.9	56.5	7.3	3.0	73.4	5.5
	安美系	576	453.4	54.4	7.5	2.5	73.2	5.8
安美系	平茂勝系	2	341.6	58.0	5.5	1.8	74.8	2.5
	鳥取系	280	447.4	57.2	7.4	2.6	73.8	5.8
	安美系	86	426.8	56.4	7.2	2.3	74.1	5.5
	茂金系	15	444.3	62.5	7.2	2.4	74.6	5.9
	茂金系	26	455.6	56.7	7.9	2.8	73.8	5.3
菊美系	平茂勝系	2	397.4	52.0	7.6	2.8	73.8	4.0
	鳥取系	8	425.8	61.6	7.3	2.7	74.6	5.5
	安美系	1	303.8	17.5	2.4	1.2	35.7	2.0
	平茂勝系	4	455.0	55.5	8.0	2.7	73.9	5.8
	島根系	6	416.4	55.5	7.3	2.8	73.8	5.7
安美系	2	416.1	64.5	7.8	1.4	76.6	5.0	

第5表 系統別産肉成績(2)

繁殖雌牛	交配種雄牛	頭数	枝肉重量(kg)	ロース芯面積(cm ²)	バラ厚さ(cm)	皮下脂肪厚さ(cm)	歩留基準値	BMS(No.)
平茂勝系	平茂勝系以外	772	464.2	56.1	7.6	2.5	73.7	5.9
	鳥取系以外	1,014	463.8	55.4	7.6	2.6	73.6	5.8
	島根系以外	724	461.7	55.3	7.7	2.5	73.7	5.9
	安美系以外	586	466.5	54.8	7.5	2.6	73.4	5.8
	茂金系以外	970	462.7	55.2	7.6	2.6	73.6	5.8
菊美系以外	1,014	463.8	55.4	7.6	2.6	73.6	5.8	
鳥取系	平茂勝系以外	101	450.8	57.9	7.6	2.7	74.0	5.6
	鳥取系以外	176	449.2	56.7	7.7	2.7	73.9	5.8
	島根系以外	141	445.4	55.8	7.6	2.7	73.8	5.7
	安美系以外	117	452.8	56.8	7.7	2.7	73.9	5.9
	茂金系以外	173	449.0	56.7	7.7	2.7	73.9	5.8
島根系	平茂勝系以外	172	444.5	56.9	7.5	2.6	73.9	5.9
	鳥取系以外	366	460.1	55.6	7.6	2.7	73.6	5.8
	安美系以外	279	469.3	55.7	7.7	2.8	73.4	5.8
	茂金系以外	386	460.6	55.9	7.6	2.7	73.6	5.9
	安美系	383	442.1	57.2	7.3	2.5	73.9	5.7
茂金系	平茂勝系以外	957	449.3	55.7	7.5	2.5	73.7	5.8
	鳥取系以外	679	449.8	55.0	7.5	2.5	73.7	5.7
	安美系以外	873	451.3	55.6	7.5	2.5	73.7	5.8
	茂金系以外	944	449.1	55.6	7.5	2.5	73.7	5.8
	平茂勝系以外	24	448.9	57.1	7.4	2.2	74.2	5.8
菊美系	鳥取系以外	38	452.4	57.2	7.7	2.6	74.0	5.5
	島根系以外	39	454.6	56.5	7.7	2.6	73.9	5.4
	安美系以外	49	452.3	56.8	7.7	2.5	74.0	5.5
	平茂勝系以外	9	411.5	58.7	7.0	2.6	74.2	5.3
	鳥取系以外	3	363.8	46.3	6.6	2.6	72.9	4.0
その他	安美系以外	10	420.1	59.7	7.4	2.7	74.4	5.2
	平茂勝系以外	8	416.3	57.8	7.4	2.4	74.5	5.5
	鳥取系以外	6	442.0	58.5	8.0	2.2	74.8	5.5
	島根系以外	10	431.8	55.5	7.6	2.7	73.8	5.7
	安美系以外							

※第4表と第5表の同項目間で、二重囲いはP<0.01、一重囲いはP<0.05で有意差あり

繁殖雌牛が「島根系」では、「平茂勝系」種雄牛の交配で枝肉重量が有意に大きくなり(P<0.01)、また、有意差はなかったものの「島根系」交配で大きくなる傾向が見られた。一方、「安美系」交配では有意に小さくなる結果だった(P<0.01)。

繁殖雌牛が「安美系」では、「平茂勝系」種雄牛の交配で枝肉重量が有意に大きくなり(P<0.01)、一

方、「安美系」交配では有意に小さくなる結果だった (P<0.01)。

繁殖雌牛が上記以外の系統では有意差が見られなかったものの、「茂金系」では「平茂勝系」および「茂金系」交配で、「菊美系」では「島根系」交配で枝肉重量が大きくなる傾向が見られた。

以上のことをまとめて、第6表の交配判断基準を作成した。

第6表 交配判断基準(肥育もと牛生産用)

○: 枝肉重量で有意差がある大きいもの △: 枝肉重量で有意差ないが大きい傾向のもの		交配する種雄牛の系統					
		平茂勝系	鳥取系	島根系	安美系	茂金系	菊美系
		東平福 安茂勝	福桜(宮崎) 金幸	茂花国 菊花国	福美美 安福勝	若茂勝 茂重安福 (岐阜)	雪国 菊安 など
繁殖雌牛の系統	平茂勝系	平茂勝 安茂勝		△		○	
	鳥取系	福桜(宮崎) 金幸		○		△	
	島根系	北国7の8 第1花園	○		△		
	安美系	安平 福栄	○				
	茂金系	茂重桜 若茂勝	△			△	
	菊美系	大將 菊照美 など			△		

考察

現在の県内繁殖雌牛は、血統構成調査の結果、「父牛が平成10年代」が一部で見られるものの、5年前の血統構成とあまり変わらず、「父牛が平成初期」が約半数を占めている現状から、繁殖雌牛の更新が遅く、繁殖雌牛の改良が停滞している事が考えられた。

黒毛和種の改良は日々進み、特に、産肉能力の育種価による改良が開始されてからの進歩はめざましいものがあるため、繁殖雌牛の更新の促進は喫緊の課題である。

また、繁殖雌牛の更新が進めば血統構成が変化することから、今後も定期的な血統構成調査は必要と考える。

黒毛和種の系統分類については、本県の場合従来から父牛の系統で系統分類する方法(以下、「従来法」という)が一般的である。しかし、近年、「父牛が平茂勝系」で「母牛が兵庫系」のような、系統がハーフの種雄牛や、「平茂勝」の後継種雄牛が多数造成されている。現段階においては、すでに一般的である従来法で系統分類することが、普及の上で考えても、農家に説明しやすい。しかしながら、今後も系統がハーフの種雄牛

が多数造成されることが予想されるため、系統分類方法についても定期的な検討が必要と考える。

他県では遺伝子保有確率を用いた新たな分類方法が散見され始めており、また、交配種雄牛の偏りが顕著になる現状において、黒毛和種としての遺伝的多様性を確保する観点から、(公社)全国和牛登録協会ではSNP(一塩基多型)情報を用いた新たな分類方法を検討中であり、全国の状況を勘案しながら、今後は系統分類を検討していかねばならない。

全国的に「平茂勝」の後継種雄牛が多数造成されているが、県内での系統構成を調査した結果も同様の状況であることから、予測どおりに繁殖雌牛の「平茂勝系」が増加していくと思われる。このことは、「平茂勝系」を中心に改良が進んでいくことを表している。

一方、遺伝的多様性の観点から、「平茂勝」の血液が入っていない、あるいは薄い繁殖雌牛が貴重となり、大切に増やしていく取組が重要になる。

また、本試験では系統分類区分を6つに分けたが、「鳥取系」、「茂金系」および「菊美系」は該当する頭数が少ないことから、県内繁殖雌牛の系統分類区分は現段階では3つ(「平茂勝系を含む鳥取系」、「島根系」および「安美系・茂金系・菊美系を統括した兵庫系」)が適当ではないかと考えられた。

黒毛和種の交配については、従来から「平茂勝系を含めた鳥取系」、「島根系」、「兵庫系」を交互に交配して、血液的にバランスの取れた牛を作ることが大切であることが一般的に言われているが、今回の調査で「平茂勝系」種雄牛を「島根系」および「安美系」の繁殖雌牛へ交配すれば枝肉重量が有意に大きくなる事が確認でき、先に述べた血液的なバランスや、「平茂勝系」の改良が進んでいることが影響しているのではないかと考えられる。

最後に、本研究で得られた交配判断基準は肥育もと牛生産用だが、これを農家に示すことにより、交配時における困惑の解消が期待できるが、一方で、平均分娩間隔が全国平均よりも県平均が約1週間長いことが判明しており、今後は、産肉成績だけでなく、繁殖能力や種牛性といった項目も調査、検討する必要があると思われる。

摘要

県内黒毛和種の系統分類方法について検討し、その結果を踏まえて、県内繁殖雌牛の血統構成や系統構成

を調査し、現状と今後の予測を検討した。また、県内枝肉情報から系統別産肉調査を行い、肥育もと牛生産に向けた交配判断基準を検討した。

血統構成調査では、5年前の血統構成とあまり変わらず、父が平成初期の種雄牛が約半数を占めたことが判明した。

系統分類方法は、現段階においては普及性の観点から従来法が適当であると判断した。

系統構成調査では、「平茂勝系」が最多で今後も増加し、数年後には半数を超える予測が得られた。

また、系統別産肉調査から、肥育もと牛生産向けの交配判断基準を作成した。

引用文献

- 黒毛和種登録簿 ((公社)全国和牛登録協会発刊)
2007～2012年の県内生存雌牛データ ((公社)山口県畜産振興協会より提供)
宮下正一. 2009. 和牛交配5つの法則. 日本畜産振興会. 東京
2013年度の県内枝肉情報(枝肉情報全国データベース)

地域資源を活用した高品質な県産和牛肉のブランド化

宮崎 元志*・西村 隆光**・中谷 幸穂***・岡崎 亮

Brand development of high-quality Japanese Black Cattle beef through the use of local resources in the Yamaguchi Prefecture

Motoshi MIYAZAKI, Takamitsu NISHIMURA, Satiho NAKATANI, Akira OKAZAKI

Abstract: In this study, we examined the effects of local resources in the fattening of Japanese Black cattle. Japanese Black cattle were fed feed rice, dry lotus peel, granule seaweed, or rice screenings and malted rice. There were no differences in growth and quality of meat between a group of cows fed rice screenings combined with malted rice and another group fed only rice screenings. In the study using feed rice, steers and cows could be fed 25.1% and 22.6% of concentrates, respectively. Feed rice could be used during the fattening period. Dry lotus peels could be used as a concentrate. There were no differences in growth and quality of meat between the group of steers fed dry lotus peels and the group that was not fed dry lotus peels; moreover, dry lotus peels were difficult to obtain and preserve. Another group of cows fed granule seaweed consumed more concentrate and roughage than the group of cows that were not fed the seaweed. Although the results from the study using granule seaweed were positive, farmers should be wary of using granule seaweed as feed because cows tend to prefer it over other feeds.

Key Words : dry lotus peel, feed rice, granule seaweed, rice screenings, malted rice

キーワード : 不完全米、乾燥レンコン皮、麴、海藻粉末、飼料用米

緒言

消費者が牛肉に求めるものが、安心・安全に加え食味や機能性など多岐にわたっている中、県産牛肉の品質を向上させ、さらなる付加価値を見いだすことが求められている。また、地域資源の活用や環境に優しい取り組みを進め、食料自給率を向上させることが急務となっている。

そこで、やまぐち和牛のブランド化や飼料の自給率向上に資するため、肥育牛への地域資源、特に飼料用米などの給与方法を検討し、その給与が産肉性や食味に及ぼす影響を調査した。

材料および方法

1 試験研究期間、試験区分および材料

研究期間は2010～2014年で、供試牛は黒毛和種肥育牛を用い、地域資源を給与する区を試験区、給与しない区を対照区として設定し、産肉性や食味に及ぼす影響を調査した。

飼料は、各試験共通で肥育用配合飼料前期（ビタミンA無添加）、後期（ビタミンA添加）、仕上げ用飼料（二種混合飼料（トウモロコシ、ふすま）と圧ぺん大麦を混ぜせたもの）、大豆粕、圧ぺんトウモロコシ、オーツ乾草、イナワラ、ヘイキューブを用い、それらに加え、試験ごとに設定した地域資源を用いた。

なお、飼料の給与量は当センター畜産技術部で行っている通常の肥育方法に基づき設定した。

2 調査項目

飼料摂取量、発育性、産肉性および食味の調査を行った。なお、食味は、近年、牛肉脂肪中の不飽和脂肪酸、特にオレイン酸が影響すると言われているため、脂肪酸組成の調査を行った。

- ・飼料摂取量：飼料給与量と残飼量を毎日測定した。
- ・発育性：体高、体重を毎月測定し、体重から日齢体重を算出した。
- ・産肉性および食味：枝肉成績と脂肪酸組成を調査した。

*現在：柳井農林事務所・**現在：周南農林事務所・***現在：山口農林事務所

3 試験設計

試験1 雌肥育牛における飼料用米の給与が産肉性および食味に及ぼす影響

食用米消費の減少や耕作放棄地の増加などにより、国では水田の活用が見直されている中、飼料用米の利用が求められているため、飼料用米を地域資源として給与する試験を行った。

試験区6頭、対照区6頭の計12頭（すべて雌牛）を用いた。試験区では製粉機により中程度に破碎した飼料用米を濃厚飼料の一部代替として10～20%給与した。

試験2 飼料用米の肥育時期に応じた給与割合が産肉性および食味に及ぼす影響

試験1の結果を踏まえ、去勢区6頭、雌区5頭の計11頭を用い、飼料用米を濃厚飼料の一部代替として給与した。

飼料用米は、主食用品種を用い、乾燥させた玄米を粉砕機で約2mm以下に砕いたものを用いた。

なお、給与量は供試牛の状態を見つつ可能な限りの量を給与することとし、給与量は予め設定しなかったが、給与方針として、去勢区では濃厚飼料の給与量と合わせて肥育前期に少なく、中期以降で多い割合とした。また、雌区では、飼料用米の給与が雌牛の皮下脂肪の厚さに影響した試験1の結果をふまえ、前期から中期にかけて割合を多くし、後期以降で少なくした。

試験3 不完全米(くず米)給与下での麴給与の有無が産肉性および食味などに及ぼす影響

麴から産生された酵素による消化・吸収効率の向上を目的とし、不完全米と麴を給与する試験を行った。

試験区5頭、対照区5頭の計10頭（両区とも雌1頭を含む）を用い、試験区には麴を肥育開始から出荷まで最大で100g/日濃厚飼料に混ぜて給与した。

また、両区には肥育中期（19か月齢）から出荷まで、粉砕機で中程度に破碎した不完全米（くず米）を濃厚飼料の一部代替として10～20%を給与した。

試験4 肥育前期の乾燥レンコン皮の給与の有無が産肉性および食味などに及ぼす影響

地域での未利用資源の飼料化の可能性を検討するため、県東部のレンコン産地において、加工の際に

発生するレンコン皮を給与する試験を行った。

試験区7頭、対照区7頭の計14頭（すべて去勢牛）を用い、試験区には乾燥レンコン皮を、肥育開始から160日間0.5～2kg/頭を濃厚飼料の一部代替として給与した。

試験5 雌肥育牛における海藻粉末の添加が産肉性および食味に及ぼす影響

家畜の健康増進を目的として県内企業が生産、販売している海藻粉末を給与する試験を行った。

試験区5頭、対照区5頭の計10頭（すべて雌牛）を用い、試験区には海藻粉末を肥育前期（肥育開始から4か月間）60～200g/日・頭、後期（肥育終了前7か月間）は20～100g/日・頭を粗飼料に添加して給与した。

結果

試験1 雌肥育牛における飼料用米の給与が産肉性および食味に及ぼす影響

1) 飼料摂取量

濃厚飼料は試験区4,177kg、対照区4,094kg、粗飼料は試験区1,133kg、対照区1,159kgでそれぞれ差はなかった（第1表）。

飼料摂取量をTDN換算すると試験区3,645kg、対照区3,550kgであった。

第1表 雌肥育牛への飼料用米給与試験の飼料摂取量

区 分	試 験 区		対 照 区	
	原物	TDN換算	原物	TDN換算
肥食用配合飼料前期	1,198	886	1,717	1,270
肥食用配合飼料後期	1,337	990	1,360	1,006
仕上げ用飼料	394	303	395	304
大豆粕	210	161	211	161
圧ペントウモロコシ	411	328	412	329
飼料用米	628	510	0	0
濃厚飼料計	4,177	3,178	4,094	3,071
オーツ乾草	184	92	195	97
イナワラ	795	299	808	304
ヘイキューブ	154	76	156	77
粗飼料計	1,133	467	1,159	478
TDN合計量	5,310	3,645	5,253	3,550

2) 発育成績

体高、体重および日齢体重は試験区132.0cm、728.7kg、0.77kg/日、対照区131.5cm、726.3kg、0.76kg/日で両区に差はなかった（第2表）。

地域資源を活用した高品質な県産和牛肉のブランド化

第2表 雌肥育牛への飼料用米給与試験の発育成績

供試牛	生年月日	開始時				終了時			
		日齢	体高	体重	日齢 体重	日齢	体高	体重	日齢 体重
試験区	1 H22.06.27	277	110	259	0.94	866	128	684	0.72
	2 H22.06.13	291	114	294	1.01	880	134	748	0.77
	3 H22.06.11	293	112	261	0.89	882	130	690	0.73
	4 H22.06.06	298	116	281	0.94	887	134	708	0.72
	5 H22.06.04	300	116	298	0.99	889	134	804	0.86
	6 H22.05.24	311	113	265	0.85	900	132	738	0.80
平均		295.0	113.5	276.3	0.94	884.0	132.0	728.7	0.77
標準偏差		11.3	2.3	17.1	0.06	11.3	2.5	44.8	0.05
対照区	7 H22.06.17	287	111	273	0.95	876	128	684	0.70
	8 H22.06.15	289	112	259	0.90	878	132	762	0.85
	9 H22.06.14	290	114	285	0.98	879	131	732	0.76
	10 H22.06.11	293	115	278	0.95	882	137	736	0.78
	11 H22.05.31	304	112	307	1.01	893	130	708	0.68
	12 H22.05.31	304	114	272	0.89	893	131	736	0.79
平均		294.5	113.0	279.0	0.95	883.5	131.5	726.3	0.76
標準偏差		7.6	1.5	16.2	0.05	7.6	3.0	26.9	0.06

3) 枝肉成績

主要な産肉形質である枝肉重量、ロース芯面積および脂肪交雑(BMS)は試験区459.1kg、52.8cm²、No.6.5、対照区458.6kg、53.8cm²、No.6.2で両区に差はなく、その他の形質についても差はなかった(第3表)。

第3表 雌肥育牛への飼料用米給与試験の枝肉成績

(単位: kg, cm ² , cm, %, No.)								
供試牛	格付	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	基準値	BMS	BCS
試験区	1 A4	424.4	50	7.4	2.0	73.7	6	3
	2 A5	484.8	62	8.4	3.1	74.1	8	4
	3 B4	435.6	47	6.7	4.5	70.5	6	3
	4 B2	444.8	44	8.3	3.8	71.7	3	5
	5 B4	513.0	52	7.8	3.8	71.5	7	4
	6 A5	452.0	62	7.6	3.4	73.9	9	4
平均		459.1	52.8	7.7	3.4	72.6	6.5	3.8
標準偏差		33.4	7.6	0.7	0.8	1.5	2.1	0.8
対照区	7 A5	437.0	60	8.5	4.5	73.4	9	4
	8 A4	475.6	60	8.5	3.1	74.2	6	3
	9 B3	452.0	41	7.6	4.4	70.2	4	4
	10 A4	459.8	64	6.8	2.0	74.7	6	4
	11 B4	450.2	46	7.8	3.5	71.8	5	4
	12 B4	476.8	52	7.7	4.6	71.2	7	3
平均		458.6	53.8	7.8	3.7	72.6	6.2	3.7
標準偏差		15.5	9.0	0.6	1.0	1.8	1.7	0.5

4) 脂肪酸分析結果

オレイン酸および不飽和脂肪酸の含量は、筋間脂肪で試験区55.1%、64.2%、対照区58.2%、66.1%で両区に差はなく、その他の脂肪についても差はなかった(第4表)。

第4表 雌肥育牛への飼料用米給与試験の脂肪酸組成

(単位: %)							
供試牛	皮下脂肪		筋間脂肪		腎脂肪		
	オレイン酸	不飽和脂肪酸	オレイン酸	不飽和脂肪酸	オレイン酸	不飽和脂肪酸	
試験区	1	58.7	71.2	57.5	65.4	53.0	57.8
	2	55.8	70.0	53.0	61.7	46.1	51.4
	3	57.8	69.5	59.8	69.1	51.9	56.9
	4	54.5	66.0	53.9	62.6	53.2	60.1
	5	55.8	68.6	51.3	62.1	48.5	54.1
平均		56.5	69.1	55.1	64.2	50.5	56.1
標準偏差		1.7	2.0	3.5	3.1	3.1	3.4
対照区	7	55.4	65.2	55.6	62.6	52.7	57.7
	8	58.7	69.9	60.3	68.8	53.1	59.0
	9	57.1	67.5	57.2	64.3	51.2	55.7
	10	56.9	68.9	56.4	64.6	49.6	54.7
	11	58.6	69.3	56.9	64.8	56.3	61.6
	12	55.3	68.8	62.5	71.7	54.5	60.7
	平均		57.0	68.3	58.2	66.1	52.9
標準偏差		1.5	1.7	2.7	3.4	2.4	2.7

試験2 飼料用米の肥育時期に応じた給与割合が産肉性および食味に及ぼす影響

1) 飼料摂取量

濃厚飼料は去勢区4,790kg、雌区4,635kg、粗飼料は去勢区1,447kg、雌区1,241kgであった。

濃厚飼料のうち飼料用米は、去勢区で1,205kg、雌区で1,048kgとなり、去勢区で25.2%、雌区で22.6%の代替となった(第5表)。

また、飼料用米の給与とピークは、去勢区で肥育中期以降に2.8kg/日(濃厚飼料の29.0%)、雌区で中期に3.3kg/日(36.0%)であった。

第5表 飼料用米給与試験(去勢区・雌区)での飼料摂取量

区	(単位: kg)			
	去勢区		雌区	
分	原物	TDN換算	原物	TDN換算
肥育用配合飼料前期	1,544	1,142	1,428	1,057
肥育用配合飼料後期	1,357	1,004	1,526	1,129
仕上げ用飼料	457	352	476	367
大豆粕	86	66	68	52
圧ペントウモロコシ	142	113	88	70
飼料用米	1,205	979	1,048	852
濃厚飼料計	4,790	3,657	4,635	3,527
オーツ乾草	270	135	225	113
イナワラ	970	365	843	317
ハイキューブ	207	102	172	85
粗飼料計	1,447	602	1,241	515
合計	6,236	4,259	6,236	4,042

2) 発育成績

体高、体重および日齢体重は去勢区138.3cm、825.3kg、0.85kg/日、雌区132.0cm、742.0kg、0.77kg/日であった(第6表)。

第6表 飼料用米給与試験(去勢区・雌区)での発育成績

(単位: cm, kg, kg/日)									
供試牛	生年月日	開始時				終了時			
		日齢	体高	体重	日齢 体重	日齢	体高	体重	日齢 体重
去勢区	1 H23.06.13	289	119	357	1.24	878	140	842	0.82
	2 H23.06.20	282	118	368	1.30	871	143	944	0.98
	3 H23.06.23	279	110	267	0.96	868	134	712	0.76
	4 H23.06.25	277	109	311	1.12	866	134	798	0.83
	5 H23.07.15	257	116	330	1.28	846	138	828	0.85
	6 H23.07.17	255	118	327	1.28	844	141	828	0.85
平均		273.2	115.0	326.7	1.20	862.2	138.3	825.3	0.85
標準偏差		13.9	4.4	35.9	0.13	13.9	3.7	74.8	0.07
雌区	7 H23.05.25	308	111	260	0.84	897	130	666	0.69
	8 H23.06.08	294	105	276	0.94	883	128	684	0.69
	9 H23.06.14	288	113	304	1.06	877	135	750	0.76
	10 H23.06.26	276	110	284	1.03	865	131	784	0.85
	11 H23.06.26	276	111	319	1.16	865	136	826	0.86
	平均		288.4	110.0	288.6	1.00	877.4	132.0	742.0
標準偏差		13.4	3.0	23.2	0.1	13.4	3.4	67.1	0.1

3) 枝肉成績

主要な枝肉形質である枝肉重量、ロース芯面積およびBMSは去勢区519.8kg、55.5cm²、No.7.7、雌区465.8kg、53.8cm²、No.6.2であった(第7表)。

4) 脂肪酸分析結果

オレイン酸および不飽和脂肪酸の含量は、筋間脂肪で去勢区53.4%、61.1%、雌区57.9%、66.6%であった(第8表)。

第7表 飼料用米給与試験（去勢区・雌区）の枝肉成績

供試牛	格付	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂厚	歩留基準値	BMS	BCS	
									(単位: kg, cm ² , cm, %, No.)
去勢区	1	A5	540.4	61	8.0	2.0	74.2	9	4
	2	A4	598.0	62	7.6	2.7	72.6	5	3
	3	B4	445.2	36	7.3	2.6	71.1	7	2
	4	A4	496.6	54	8.5	2.0	74.1	7	3
	5	A5	515.2	53	8.1	1.7	73.8	8	4
	6	A5	523.2	67	7.9	1.7	75.3	10	4
平均		519.8	55.5	7.9	2.1	73.5	7.7	3.3	
標準偏差		50.4	10.9	0.7	0.4	1.5	1.8	0.8	
雌区	7	A4	438.0	57	7.5	2.8	73.8	7	4
	8	A4	439.6	55	9.0	2.9	74.5	6	4
	9	B4	454.6	47	7.2	3.3	71.7	5	3
	10	A4	487.8	55	7.4	2.7	73.0	5	3
	11	A5	509.0	55	7.7	3.3	72.3	8	3
	平均		465.8	53.8	7.8	3.0	73.1	6.2	3.4
標準偏差		31.4	3.9	0.7	0.3	1.1	1.3	0.5	

第8表 飼料用米給与試験（去勢区・雌区）の脂肪酸組成

供試牛	(単位: %)						
	皮下脂肪		筋間脂肪		腎脂肪		
	レイン酸	不飽和脂肪酸	レイン酸	不飽和脂肪酸	レイン酸	不飽和脂肪酸	
去勢区	1	49.8	65.0	48.6	57.6	42.2	47.9
	2	58.0	73.2	60.0	68.5	52.4	56.7
	3	56.0	67.1	50.1	56.3	48.5	53.8
	4	53.2	66.0	53.6	62.4	48.8	55.3
	5	53.8	65.4	52.5	59.6	46.2	52.1
	6	60.7	71.8	55.4	62.4	47.5	52.4
平均		55.2	68.1	53.4	61.1	47.6	53.0
標準偏差		3.9	3.5	4.1	4.4	3.3	3.1
雌区	7	55.4	67.2	55.7	65.6	53.6	59.2
	8	58.7	69.0	59.6	68.5	48.3	53.3
	9	57.1	70.2	59.1	66.9	50.6	55.8
	10	56.9	68.5	56.3	66.1	51.1	56.7
	11	58.6	68.6	58.9	66.0	50.3	54.9
	平均		57.3	68.7	57.9	66.6	50.8
標準偏差		1.4	1.1	1.8	1.1	1.9	2.2

試験3 不完全米給与下での麴給与の有無が産肉性および食味などに及ぼす影響

1) 飼料摂取量

濃厚飼料は試験区4, 270kg、対照区4, 348kg、粗飼料は試験区1, 153kg、対照区1, 159kgでそれぞれ差はなかった(第9表)。

飼料摂取量をTDN換算すると、試験区3, 703kg、対照区3, 761kgであった。

第9表 不完全米給与下での麴給与試験の飼料摂取量

区分	試験区		対照区	
	原物	TDN換算	原物	TDN換算
肥育用配合飼料前期	778	575	780	577
肥育用配合飼料後期	2,382	1,763	2,503	1,852
大豆粕	241	185	241	185
圧ペントウモロコシ	325	260	325	259
麴 ¹⁾	43	34	0	0
不完全米	501	400	499	398
濃厚飼料計	4,270	3,217	4,348	3,272
オーツ乾草	428	214	432	216
イナワラ	726	273	727	273
粗飼料計	1,153	487	1,159	489
合計	5,423	3,703	5,507	3,761

1) 麴のTDNは不完全米と同様とした

2) 発育成績

体高、体重および肥育期間中の増体(日齢体重)

は試験区139.0cm、743.0kg、0.80kg/日、対照区141.2cm、747.4kg、0.82kg/日で両区に差はなかった(第10表)。

第10表 不完全米給与下での麴給与試験の発育成績

供試牛	生年月日	開始時			終了時					
		日齢	体高	体重	日齢	体高	体重			
試験区	1	H20.05.30	327	121	306	0.94	910	141	761	0.78
	2	H20.06.20	306	114	290	0.95	889	137	734	0.76
	3	H20.07.15	281	118	285	1.01	864	145	819	0.92
	4	H20.07.18	278	115	245	0.88	861	143	753	0.87
	5	H20.06.20	306	113	269	0.88	889	129	648	0.65
	平均		299.6	116.2	279.0	0.93	882.6	139.0	743.0	0.80
標準偏差		20.3	3.3	23.1	0.06	20.3	6.3	61.9	0.10	
対照区	6	H20.06.25	301	118	293	0.97	884	141	797	0.86
	7	H20.07.01	295	118	257	0.87	878	145	740	0.83
	8	H20.07.09	287	117	290	1.01	870	139	750	0.79
	9	H20.07.09	287	120	264	0.92	870	147	792	0.91
	10	H20.06.30	296	112	242	0.82	879	134	658	0.71
	平均		293.2	117.0	269.2	0.92	876.2	141.2	747.4	0.82
標準偏差		6.1	3.0	21.9	0.08	6.1	5.1	55.9	0.07	

※網掛けは雌牛

3) 枝肉成績

主要な枝肉形質である枝肉重量、ロース芯面積およびBMSは、試験区469.1kg、49.8cm²、No. 6.4、対照区475.5kg、52.6cm²、No. 6.2で両区に差はなく、その他の形質についても差はなかった(第11表)。

第11表 不完全米給与下での麴給与試験の枝肉成績

供試牛	格付	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂厚	歩留基準値	BMS	BCS	
									(単位: kg, cm ² , cm, %, No.)
試験区	1	A5	481.4	51	7.5	3.2	72.1	9	3
	2	A5	474.0	55	7.7	2.5	73.5	9	3
	3	A4	529.8	51	7.9	2.8	72.2	6	3
	4	A3	450.4	47	7.3	1.8	73.2	4	3
	5	A3	410.0	45	7.5	1.8	73.5	4	4
	平均		469.1	49.8	7.6	2.4	72.9	6.4	3.2
標準偏差		43.9	3.9	0.2	0.6	0.7	2.5	0.4	
対照区	6	A5	518.6	58	8.6	2.9	73.6	8	3
	7	B4	479.2	46	7.4	3.1	71.5	7	3
	8	A3	467.6	51	7.2	2.3	72.9	5	4
	9	A3	500.2	62	6.3	2.2	73.5	4	3
	10	B4	412.0	46	5.9	3.2	71.4	7	4
	平均		475.5	52.6	7.1	2.7	72.6	6.2	3.4
標準偏差		40.5	7.2	1.1	0.5	1.1	1.6	0.5	

※網掛けは雌牛

4) 脂肪酸分析結果

オレイン酸および不飽和脂肪酸の含量は、筋間脂肪で試験区54.1%、61.5%、対照区53.1%、60.5%で両区に差はなく、その他の脂肪についても差はなかった(第12表)。

第12表 不完全米給与下での麴給与試験の脂肪酸組成

供試牛No.	(単位: %)						
	皮下脂肪		筋間脂肪		腎脂肪		
	レイン酸	不飽和脂肪酸	レイン酸	不飽和脂肪酸	レイン酸	不飽和脂肪酸	
試験区	1	54.4	66.7	52.0	59.8	44.4	49.8
	2	53.3	66.0	55.1	63.8	48.0	54.4
	3	57.6	69.6	54.3	62.0	47.5	52.8
	4	51.8	61.7	53.9	60.2	44.4	48.6
	5	59.4	70.8	55.0	61.6	46.4	50.6
	平均		55.3	67.0	54.1	61.5	46.1
標準偏差		3.1	3.6	1.3	1.6	1.7	2.3
対照区	6	55.4	67.3	52.5	60.3	46.6	51.9
	7	56.8	69.0	57.9	66.1	52.7	57.6
	8	49.5	60.8	46.1	52.7	45.1	50.8
	9	57.0	67.3	54.2	61.5	46.6	51.8
	10	56.7	67.7	54.9	61.9	47.6	53.1
	平均		55.1	66.4	53.1	60.5	47.7
標準偏差		3.2	3.2	4.4	4.9	2.9	2.7

※網掛けは雌牛

試験4 肥育前期の乾燥レンコン皮の給与の有無が産肉性および食味などに及ぼす影響

1) 飼料摂取量

濃厚飼料（乾燥レンコン皮含む）は試験区4, 774kg、対照区4, 703kg、粗飼料は試験区1, 194kg、対照区1, 399kgでそれぞれ差はなかった(第13表)。

飼料摂取量をTDN換算すると、試験区4, 082kg、対照区4, 118kgであった。

第13表 乾燥レンコン皮給与試験の飼料摂取量

区 分	試験区		対照区	
	原物	TDN換算	原物	TDN換算
肥育用配合飼料前期	1,157	856	1,262	934
肥育用配合飼料後期	2,206	1,632	2,218	1,641
仕上げ用飼料	596	459	593	456
大豆粕	251	192	251	192
圧片トウモロコシ	377	302	379	303
乾燥レンコン皮 ¹⁾	188	141	0	0
濃厚飼料計	4,774	3,581	4,703	3,527
オーツ乾草	416	208	532	266
イナワラ	778	293	867	326
粗飼料計	1,194	501	1,399	592
合計	5,968	4,082	6,102	4,118

1) 乾燥レンコン皮のTDNは、芋類80%程度とビートパルプ75%を参考に75%とした

2) 発育成績

体高、体重および日齢体重は試験区139.0cm、807.7kg、0.84kg/日、対照区139.1cm、797.4kg、0.83kg/日で両区に差はなかった(第14表)。

第14表 乾燥レンコン皮給与試験の発育成績

供試牛	生年月日	開始時				終了時				
		日齢	体高	体重	日齢体重	日齢	体高	月齢	体重	日齢体重
試験区	1 H21.05.20	301	113	302	1.00	903	137	29.7	808	0.84
	2 H21.06.06	284	113	282	0.99	886	134	29.1	792	0.85
	3 H21.06.10	280	111	300	1.07	882	139	29.0	832	0.88
	4 H21.06.15	275	111	280	1.02	877	139	28.8	722	0.73
	5 H21.06.15	275	120	291	1.06	877	143	28.8	840	0.91
	6 H21.06.20	270	116	298	1.10	872	143	28.7	800	0.83
	7 H21.05.28	293	117	345	1.18	895	138	29.4	860	0.86
平均	282.6	114.4	299.7	1.06	884.6	139.0	29.1	807.7	0.84	
標準偏差	11.0	3.4	21.7	0.06	11.03	3.2	0.36	44.8	0.06	
対照区	8 H21.05.29	292	116	298	1.02	894	135	29.4	722	0.70
	9 H21.06.01	289	113	309	1.07	891	140	29.3	812	0.84
	10 H21.06.14	276	116	296	1.07	878	141	28.9	844	0.91
	11 H21.06.15	275	117	287	1.04	877	144	28.8	786	0.83
	12 H21.06.15	275	115	295	1.07	877	142	28.8	838	0.90
	13 H21.06.19	271	115	289	1.07	873	141	28.7	784	0.82
	14 H21.06.14	276	113	311	1.13	878	131	28.9	796	0.81
平均	279.1	115.0	297.9	1.07	881.1	139.1	29.0	797.4	0.83	
標準偏差	8.0	1.5	9.2	0.03	8.0	4.5	0.3	40.9	0.07	

3) 枝肉成績

主要な枝肉形質である枝肉重量、ロース芯面積およびBMSは、試験区518.5kg、58.3cm²、No. 7.3、対照区503.8kg、59.1cm²、No. 7.3で両区に差はなく、その他の形質についても差はなかった(第15表)。

4) 脂肪酸分析結果

オレイン酸および不飽和脂肪酸の含量は、筋間脂肪で試験区56.2%、64.4%、対照区55.8%、64.2%で両区に差はなく、その他の脂肪についても差はなかった(第16表)。

第15表 乾燥レンコン皮給与試験の枝肉成績

供試牛	格付	枝肉重量	(単位: kg, cm ² , cm, %, No)					
			ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	歩留基準値	BMS	BCS
試験区	1 A4	510.2	48	8.2	2.7	72.3	6	3
	2 A5	527.4	79	9.4	2.1	77.5	8	3
	3 B4	534.2	45	9.5	4.4	71.0	7	3
	4 A5	471.6	62	7.8	3.7	73.5	10	3
	5 A4	534.4	53	8.8	3.0	72.7	6	3
	6 A4	501.8	59	9.7	3.5	74.5	6	3
	7 A5	550.0	62	8.5	3.2	73.1	8	4
平均	518.5	58.3	8.8	3.2	73.5	7.3	3.1	
標準偏差	26.2	11.3	0.7	0.7	2.1	1.5	0.4	
対照区	8 A5	448.0	48	9.3	2.9	73.7	10	3
	9 A5	507.0	63	8.0	3.0	73.9	10	3
	10 A5	548.6	62	8.5	2.7	73.8	8	3
	11 A4	494.4	62	8.8	2.0	75.3	5	2
	12 A4	535.4	70	8.4	3.2	74.5	6	4
	13 A4	490.6	54	8.5	3.0	73.2	5	3
	14 A4	502.4	55	8.8	3.4	73.0	7	3
平均	503.8	59.1	8.6	2.9	73.9	7.3	3.0	
標準偏差	32.6	7.3	0.4	0.4	0.8	2.1	0.6	

第16表 乾燥レンコン皮給与試験の脂肪酸組成

供試牛	皮下脂肪		筋間脂肪		腎脂肪		
	サリシ酸	不飽和脂肪酸	サリシ酸	不飽和脂肪酸	サリシ酸	不飽和脂肪酸	
試験区	1	56.5	69.7	58.6	67.1	50.7	56.4
	2	57.3	70.8	60.8	69.6	58.5	64.0
	3	52.5	63.5	52.7	59.6	50.7	55.2
	4	56.8	70.0	56.2	63.4	49.5	54.0
	5	55.1	65.8	51.9	60.5	44.0	49.0
	6	55.1	68.1	57.1	65.9	52.4	56.9
	7	57.9	70.6	55.9	64.6	53.3	58.7
平均	55.9	68.3	56.2	64.4	51.3	56.3	
標準偏差	1.8	2.8	3.1	3.5	4.4	4.5	
対照区	8	56.6	67.1	57.3	66.2	50.9	56.9
	9	51.4	61.5	49.7	57.4	39.9	44.1
	10	59.3	70.7	58.3	66.4	54.3	58.9
	11	58.0	70.1	57.8	66.7	56.0	62.0
平均	56.3	67.4	55.8	64.2	50.3	55.5	
標準偏差	3.5	4.2	4.1	4.5	7.3	7.9	

注) 対照区12、13、14はN/T

試験5 雌肥育牛における海藻粉末の添加が産肉性および食味に及ぼす影響

1) 飼料摂取量

濃厚飼料は試験区4, 063kg、対照区3, 970kg、粗飼料は試験区1, 399kg、対照区1, 338kgでいずれも試験区が多かった。

飼料摂取量をTDN換算すると試験区3, 616kg、対照区3, 538kgで、試験区が多かった(第17表)。

第17表 海藻粉末給与試験の飼料摂取量の比較

区 分	試験区		対照区	
	原物	TDN換算	原物	TDN換算
肥育用配合飼料前期	1,292	956	1,288	953
肥育用配合飼料後期	1,970	1,458	1,902	1,407
仕上げ用飼料	389	300	387	298
海藻粉末	20	0	0	0
大豆粕	138	106	138	106
圧片トウモロコシ	254	203	255	204
濃厚飼料計	4,063	3,022	3,970	2,968
オーツ乾草	396	198	384	192
イナワラ	841	316	792	298
ヘイキューブ	162	80	162	80
粗飼料計	1,399	594	1,338	570
TDN合計量	5,462	3,616	5,308	3,538

2) 発育成績

体高、体重および日齢体重は試験区132.6cm、706.8kg、0.78kg/日、対照区133.2cm、692.0kg、0.76kg/日で、試験区の発育が良い傾向にあった(第18表)。

第18表 海藻粉末給与試験の発育成績

供試牛	生年月日	開始時			終了時				
		日齢	体高	体重	日齢	体高	体重	日齢	体重
試験区	1 H24.06.21	266	112	254	0.95	869	134	743	0.81
	2 H24.06.24	263	107	236	0.90	866	131	645	0.68
	3 H24.06.28	259	109	217	0.84	862	134	647	0.71
	4 H24.07.14	243	112	255	1.05	846	135	801	0.91
	5 H24.07.22	235	105	211	0.90	838	129	698	0.81
	平均	253.2	109.0	234.6	0.93	856.2	132.6	706.8	0.78
	標準偏差	13.5	3.1	20.4	0.08	13.5	2.5	66.4	0.09
対照区	6 H24.06.21	266	108	242	0.91	869	130	705	0.77
	7 H24.06.25	262	112	238	0.91	865	135	730	0.82
	8 H24.07.03	254	111	227	0.89	857	135	685	0.76
	9 H24.07.07	250	111	216	0.86	853	136	660	0.74
	10 H24.07.10	247	107	247	1.00	850	130	680	0.72
	平均	255.8	109.8	234.0	0.91	858.8	133.2	692.0	0.76
	標準偏差	8.0	2.2	12.5	0.05	8.01	2.9	26.6	0.04

3) 枝肉成績

主要な枝肉形質である枝肉重量、ロース芯面積およびBMSは、試験区444.0kg、57.0cm²、No.7.0、対照区435.2kg、57.2cm²、No.5.8であり、いずれも試験区が高かった(第19表)。

第19表 海藻粉末給与試験の枝肉成績

供試牛	格付	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	歩留基準値	BMS	BCS
試験区	1 A4	487.4	63	8.0	3.3	73.9	7	4
	2 A4	414.4	45	8.8	3.8	72.5	5	4
	3 A5	397.2	61	7.2	1.8	75.5	9	4
	4 A5	494.2	58	6.7	2.6	72.9	9	4
	5 A4	427.0	58	8.1	1.8	75.3	5	4
	平均	444.0	57.0	7.8	2.7	74.0	7.0	4.0
	標準偏差	44.0	7.0	0.8	0.9	1.4	2.0	0.0
対照区	6 A4	427.6	64	6.0	3.4	73.4	6	4
	7 A4	463.2	62	8.3	2.9	74.5	6	4
	8 A4	427.6	47	7.7	2.0	73.5	7	4
	9 A4	419.8	58	8.0	1.8	75.4	5	4
	10 A4	437.6	55	8.5	3.8	73.4	5	5
	平均	435.2	57.2	7.7	2.8	74.0	5.8	4.2
	標準偏差	16.9	6.7	1.0	0.9	0.9	0.8	0.4

4) 脂肪酸組成成績

オレイン酸および不飽和脂肪酸の含量は、筋間脂肪で試験区55.6%、64.3%、対照区58.6%、67.0%で両区に差はなく、その他の脂肪についても差はなかった(第20表)。

考察

牛肉のブランド化における取り組みとして、地域資源、特に飼料用米などの利用が広がってきており(畜産技術協会、2014)、今回、それらを活用した試験を実施し、給与方法を検討した。

1 雌肥育牛における飼料用米の給与が産肉性および食味に及ぼす影響

雌牛における飼料用米の給与は、飼料摂取量、発育成績、枝肉成績および脂肪酸組成に差がなかったことから、濃厚飼料の一部代替として利用可能と考えられた。

しかし、皮下脂肪の厚さは対照区より薄かったものの、一般の成績と比べると厚いことから、雌牛への飼料用米の給与方法は再検討の余地があった。

2 飼料用米の肥育時期に応じた給与割合が産肉性および食味に及ぼす影響

飼料用米の給与は、去勢区で濃厚飼料の25.1%、雌区で22.6%の代替となり、飼料摂取量、発育成績、枝肉成績および脂肪酸組成で、慣行肥育との差はみられなかったことから、濃厚飼料の一部代替として利用可能と考えられた。また、試験1で課題だった雌牛の皮下脂肪の厚さも、今回の給与方法で改善できた。

しかし、粉碎した飼料用米は消化が良く、牛への影響が大きいと、飼料用米の給与には牛の観察がより重要になると考えられた。

一方、肥育中後期に濃厚飼料の60%を飼料用玄米で代替しても、慣行肥育と同等の肥育成績が得られるとの報告があり、給与方法については引き続き検討が必要である(野村ら、2011)。

さらに、全国の飼料用米給与試験では、飼料用米給与区で牛肉脂肪中のオレイン酸比率が向上したとの報告がある一方、慣行区と差がなかったという報告もあり、これについても引き続き検討が必要と考えられた(木村、2008)。

第20表 海藻粉末給与試験の脂肪酸組成

供試牛	皮下脂肪		筋間脂肪		腎脂肪		
	オレイン酸	不飽和脂肪酸	オレイン酸	不飽和脂肪酸	オレイン酸	不飽和脂肪酸	
試験区	1	57.4	70.4	56.2	64.9	52.0	57.9
	2	55.3	67.2	56.2	65.3	47.3	52.9
	3	56.6	68.7	55.1	64.1	53.5	59.6
	4	56.9	68.7	54.6	63.1	50.2	55.3
	5	60.0	72.9	56.0	64.2	54.3	59.3
	平均	57.2	69.6	55.6	64.3	51.5	57.0
	標準偏差	1.7	2.2	0.7	0.9	2.8	2.9
対照区	6	60.0	69.4	61.8	69.1	51.5	57.7
	7	57.7	70.0	58.6	67.8	57.1	63.3
	8	57.7	68.2	59.0	66.8	53.3	58.1
	9	56.0	71.0	50.7	58.6	49.1	54.8
	10	54.7	67.2	63.0	72.4	55.1	60.7
	平均	57.2	69.1	58.6	67.0	53.2	58.9
	標準偏差	2.0	1.5	4.8	5.1	3.1	3.2

3 不完全米給与下での麴給与の有無が産肉性および食味などに及ぼす影響

麴から生産された酵素により、第1胃や第4胃で消化・吸収効率の向上を目的とし給与試験を行った

が、今回の試験では、飼料摂取量、発育成績、枝肉成績および脂肪酸組成に差はなく、麩の効果は認められなかった。

肉成績は良かったが、飼料の給与方法に留意が必要であった。

引用文献

4 肥育前期の乾燥レンコン皮の給与の有無が産肉性および食味などに及ぼす影響

乾燥レンコン皮の給与は、飼料摂取量、発育成績、枝肉成績および脂肪酸組成に差がなかったことから、濃厚飼料の一部代替として利用可能と考えられた。

しかし、レンコン皮は腐敗しやすく、収穫時期に季節性があるため、乾燥やサイレージ化することで通年での安定的な確保が必要であることが判明した。

5 雌肥育牛における海藻粉末の添加が産肉性および食味に及ぼす影響

雌牛における海藻粉末の給与では、飼料摂取量が増加し、発育成績および枝肉成績が向上しており、海藻粉末の効果が見られた。

しかし、試験区において、濃厚飼料より粗飼料を好む傾向が見られ、特に肥育前期から中期へ移行する際の、粗飼料から濃厚飼料への切り替えが対照区より難しかった。

5か年にわたり、地域資源を活用した県産和牛肉のブランド化や飼料自給率の向上に資する試験を実施したが、飼料価格の高止まり、食用米消費の減少等により、今後ますます、飼料用米などの地域資源の利用が求められており、引き続き、和牛生産における飼料自給率向上に資する技術を検討していきたい。

摘要

黒毛和種肥育牛を供試し、地域資源の給与試験を行った。

飼料用米の給与では、肥育全期間を通じて濃厚飼料の一部代替が可能であった。

不完全米（くず米）給与下における麩の給与では、飼料摂取量、発育成績、枝肉成績および脂肪酸組成に差がなく、効果は認められなかった。

乾燥レンコン皮では、濃厚飼料の一部として代替可能だったが、保存や入手に課題が残った。

海藻粉末の給与で、飼料摂取量、発育成績および枝

公益社団法人畜産技術協会. 2014年（平成26年）3月. 地域活性化に向けた最近の牛肉ブランドの取り組み

野村賢治・小林崇之・竹内隆泰・近藤守人. 2011. 肥育中後期に濃厚飼料の6割を飼料用玄米で代替給与した黒毛和種肥育牛への影響. 福井県畜産試験場研究報告第24号：9-16

木村信照. 2008年. 牛肉のおいしさと生産技術（1）. 養牛の友7月号：26-30

食品循環資源を活用した肉豚肥育技術

宇高 優美*・秋友 一郎・岡崎 亮

Pig-fattening techniques using recycled feed

Yumi UDAKA, Ichiro AKITOMO, Akira OKAZAKI

Abstract: It is desirable to use discarded food from food factories as feed. However, the characteristics of a variety of food circulation resources in the Yamaguchi Prefecture for feed are unknown. Therefore, we investigated the characteristics of food circulation resources for suitability as feed by observing a pig that had been raised on a combination of feed rice and food circulation resources. The characteristics of recycled feed derived from bread were high nitrogen-free extract (NFE) and low crude protein contents compared with the commercially available formula feed, whereas those of recycled feed derived from dried noodles were low crude protein and high crude fat contents. There was no difference in the crude protein, crude fat, and NFE contents, between the eco-feeds and the commercially available formula feed. Furthermore, the characteristics of feed rice were low crude protein, low crude fat, and high NFE contents. Based on the results of these analyses, we prepared an optimum eco-feed formulation comprising, bread residue, feed rice, dried noodles residue and eco-feed of proportions 40%, 30%, 15%, and 15%, respectively. The use of this formulation during the second half of the fattening period improved feed conversion ratio and shortened the fattening period of the pig. In addition, this feed formulation increased the difference between meat price and feed costs, thereby improving profits.

Keyword: commercially available formula feed, self-mixed feed, rice feed, bread residue, noodle residue, eco-feed, fattening period of pig

キーワード：エコフィード、肥育後期、自家配合飼料、乾麺残渣、パン残渣、市販配合飼料、飼料用米

緒言

近年、我が国の飼料穀物のほとんどは海外に依存している。濃厚飼料の自給率は12%となっている。

農林水産省では食品残渣を利用して加工・処理されたリサイクル飼料（以下エコフィード）や飼料用米の利用を拡大することで自給率の向上を図り、飼料全体で自給率を38%（2021年）にすることを目標としている（岩波、2014）。また、肥育豚において経営コストに占める飼料費の割合は66%（農林水産省、2014）と高いことから低コストな国産の飼料を活用する技術が必要とされている。2001年に改正された食品リサイクル法において再生利用手法のうち、飼料化は最優先課題に位置付けられており（農林水産省、2014）、食品工場等から排出される食品廃棄物は、食品循環資源として

飼料等に有効利用することが求められている。県内でも、様々な食品循環資源が発生しているが、その飼料としての特性が分かっていないものも多い。

そこで、本試験では食品循環資源の飼料的特徴を解明し、飼料用米と組み合わせて県内産原料を100%利用した肉豚肥育技術について検討した。

材料および方法

1 試験期間

試験1：平成25年11月27日から

平成26年3月12日

試験2：平成26年2月26日から

平成26年8月6日

*現在：農林水産部畜産振興課

2 供試家畜

試験1は、2頭の繁殖雌豚から生産された三元雑種豚（LWD、平均体重32.1kg、平均日齢73.5日）14頭を用い、試験区10頭（5頭×2区）、対照区4頭とした。

試験2は、2頭の繁殖雌豚から生産された三元雑種豚（LWD、平均体重30.7kg、平均日齢74.0日）9頭を用い、試験区5頭、対照区4頭とした。

なお、それぞれの飼料は不断給餌、飲水は自由飲水とした。

3 試験区分

試験1では、試験区として自家配合飼料（パン残渣40%、飼料用米30%、乾麺残渣15%、エコフィード15%：以下同様）を肥育前期に、市販配合飼料を肥育後期に給与する前期自家配合給与区、市販配合飼料を肥育前期に、自家配合飼料を肥育後期に給与する後期自家配合給与区を設けた。

試験2では試験区として、自家配合飼料を肥育全期間に給与する全期間自家配合給与区を設けた。対照区は試験1、2ともに市販配合飼料を給与した。

なお、いずれの試験も、肥育前期は体重30～70kg、後期は体重70～105kgの期間とした。

4 給与飼料

給与した自家配合飼料のうち、パンや乾麺の残渣及びエコフィードについては株式会社アースクリエティブが調製したものをを用いた。

これらは、山口県内のスーパーマーケットやコンビニエンスストアの賞味期限切れ商品や、食品工場等から排出される残渣・厨芥などの事業系生ごみを減圧乾燥機により70℃6時間で乾燥し、さらに、エコフィードについては脱脂機により脱脂したものをを用いた。

自家配合飼料については栄養素の不足を補うため、飼料中にリン酸カルシウム0.7%、炭酸カルシウム0.8%、リジン1.3%、ビタミン0.2%を添加した。

5 発育調査

毎週1回の体重測定および飼料給与量と残飼量から、1日平均増体量（以下、DG）、飼料摂取量および飼料要求率を求めた。

試験豚は体重が105kgを超えたものから、数回に分けて出荷した。

6 枝肉調査

枝肉データは、公益社団法人日本食肉格付協会が作成した豚枝肉格付明細書に記載された等級、枝肉重量値及び背脂肪厚値を用いた。

なお、試験2については、各区から3頭ずつ別業者に出荷し肉質調査を行ったため、枝肉データについては残りの試験区2頭及び対照区1頭について調査した。

7 経済性

経済性は1頭当たりの数値で比較した。

各試験区の飼料単価に試験期間中の飼料摂取量を乗じて飼料費を算出し、各試験区の対照区に対する飼料費の節減率を求めた。

また、売上額から飼料費を差し引いたものを差益とし、各試験区の対照区に対する差益の増加率を求めた。

なお、試験区の飼料単価は、パン残渣、乾麺残渣及びエコフィードをそれぞれ21円/kg、飼料用米を26円/kgと設定して算出した。対照区の飼料単価は、市販配合飼料前期を63円/kg、同様に後期を60円/kgとした。

8 肉質調査

試験2において、全期間自家配合給与区および対照区からそれぞれ3頭ずつ胸最長筋部位を供試した。第4～5胸椎部のロース芯、背脂肪（外層・内層）、腎臓周囲脂肪を枝肉から採取し、-20℃で保存した。保存した背脂肪（外層・内層）、腎臓周囲脂肪を用いて、上昇融点法により融点を測定した。また、背脂肪（外層・内層）、腎臓周囲脂肪を用いて、大賀らの測定方法に従い（大賀ら、2006）脂肪酸組成を測定した。またロース芯を用いて筋内脂肪含量及び水分を測定した。

9 官能検査

肉質調査で使用したものと同様の胸最長筋部位のロース芯及び背脂肪を用いて2点試験法（日本食肉消費総合センター、2005）の嗜好型官能検査を実施した。

10 調理による影響

肉質調査で使用したものと同様の胸最長筋部位の背脂肪内層を用いて、田島らの試料調整法（田島ら、1988）に従い調理法の違い（蒸す・焼く・煮る）による脂肪酸組成の変化を調査した。

結果及び考察

1 給与飼料

供試飼料の一般成分の結果を第1表に示した。通常肥育豚に給与する市販配合飼料と比較すると、食品循環資源に以下の特徴が見られた。パンは粗蛋白質が低く可溶性無窒素物（以下 NFE）が高かった。乾麺は粗蛋白質が低く、粗脂肪が高かった。エコフィードは粗蛋白質、粗脂肪及びNFE含量は市販配合飼料前期と同程度であった。飼料用米は粗蛋白質及び粗脂肪が低く、NFEが高かった。肥育豚に給与する飼料について、過剰の蛋白質及び脂肪を避け、糖質の十分な供給を心掛けるとされている。また、消化性は低いが、消化機能の促進に役立つ繊維質も少量供給するよう推進されている（高橋、1991）。パンや飼料用米において高い割合のNFEは糖質源として利用されやすい。飼料中の炭水化物は、体内の脂質代謝と密接な関係にあり、グルコースは解糖系を経てグリセロールおよび脂肪酸の原料となる。自家配合飼料はNFEが高く、粗蛋白質および粗繊維が低いことから肥育豚において理想的な配合割合に近いと考えられた。また、自家配合飼料は市販配合飼料に比べオレイン酸の割合が高く、リノール酸の割合が低かった。パン残渣を30%または50%給与した試験においてパン残渣を配合するとオレイン酸が高く、リノール酸が低くなることが知られている（中村ら、2008）。今回の配合割合で最も多いのはパン残渣の40%であることから、そのオレイン酸やリノール酸の組成が自家配合飼料のオレイン酸やリノール酸の組成に影響したものと考えられた。さらに今回使用したパンと乾麺の残渣、及びエコフィードは減圧乾燥システムで製造されたものであり高温による炭水化物や蛋白質、脂質などの変質を抑えていることから、原料の組成が活かされた良質な飼料である。以上のことから、食品循環資源を肥育豚の飼料として利用する場合はそれぞれの飼料の特徴を考慮し、適切にバランスを考慮して配合する必要がある。

第1表 飼料一般成分

区 分	水分	乾物中 (単位：%)				
		粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分
パン	6.8	13.2	7.4	76.5	0.7	2.2
乾麺	5.7	9.3	18.7	54.1	2.4	5.2
エコフィード	6.5	16.0	6.8	67.6	3.9	5.8
飼料用米	15.5	6.8	1.1	91.0	0.3	0.8
自家配合飼料	9.4	12.5	6.8	75.6	1.8	4.6
市販配合飼料前期	12.8	16.7	6.6	67.6	4.4	4.7
市販配合飼料後期	13.5	17.3	6.8	67.8	3.8	4.3

2 発育成績

発育成績の結果を第2表、第3表及び第1図に示した。試験1においてDGは、前期自家配合給与区で1.1 kg、後期自家配合給与区で1.0 kg、対照区で0.9 kgとなり区間に差は認められなかった。1日1頭当たり飼料摂取量は前期自家配合給与区で3.3 kg、後期自家配合給与区で3.1 kg、対照区で3.3 kgであり区間に差は無かった。飼料要求率は前期自家配合給与区で3.0、後期自家配合給与区で3.0、対照区で3.5となり、試験区が対照区に比べて低くなった。体重105 kg到達日数については前期自家配合給与区で82.6日、後期自家配合給与区で77.0日、対照区で85.8日となり後期自家配合給与区で最も早くなった。リサイクル飼料を混合することにより給与飼料のエネルギー水準は高まり（大賀ら、2006）、高エネルギー飼料を豚に給与すると飼料要求率が改善されることから（設楽ら、1990）、本試験で用いた自家配合飼料のエネルギー水準は高く、そのことにより飼料要求率が低くなったと考えられた。また、後期給与区について体重105 kg到達日数が最も短くなったのは、飼料要求率低下に加え、脂質の合成が盛んな肥育後期にNFEが効率よく脂質合成に用いられた可能性が考えられた。

試験2においてDGは、全期間自家配合給与区で0.6 kg/日、対照区で0.8 kg/日と、試験区が対照区に比べて低くなった。1日1頭当たり飼料摂取量は全期間自家配合給与区で2.2 kg、対照区で2.6 kgと試験区が対照区に比べて低くなり、飼料要求率は全期間自家配

第2表 発育成績（試験1）

区 分	1日当たり 増体量 (kg/日)	飼料 摂取量 (kg/日・頭)	飼料 要求率	105kg到達 日数
前期自家配合 給与区 (n=5)	1.1±0.1	3.3	3.0	82.6±18.8
後期自家配合 給与区 (n=5)	1.0±0.1	3.1	3.0	77.0±9.9
対照区 (n=4)	0.9±0.1	3.3	3.5	85.8±16.5

注1) 平均±標準偏差

注2) 飼料要求率=1kg増体に要する飼料摂取量

合給与区で3.5、対照区で3.2と、試験区は対照区に比べて高くなった。そのため、体重105 kg到達日数については、全期間自家配合給与区で131.8日、対照区で100.0日となり全期間給与区で長くなった。この原因として、玄米の摂取量の低下が考えられ、特に、試験2の玄米は前年に収穫したものを使用したため、ヌカ部分の酸化等により玄米が劣化し、嗜好性の低下を招いたと推測された。

第3表 発育成績 (試験2)

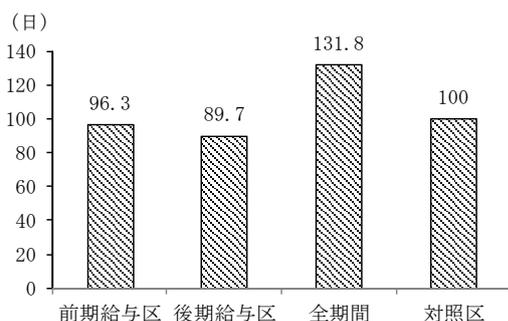
区 分	1日当たり 増体量 (kg/日)	飼料摂取量 (kg/日・頭)	飼料 要求率	105kg到達 日数
全期間自家 配合給与区 (n=5)	0.6±0.1 ^b	2.2	3.5	131.8±21.3
対照区(n=4)	0.8±0.1 ^a	2.6	3.2	100.0±9.3

注1) 平均±標準偏差

注2) 縦列異文字間に有意差 (小文字p<0.05)

注3) 飼料要求率=1kg増体に要する飼料摂取量

試験1および試験2で、体重105kg到達日数を対照区を100%として比較すると、前期自家配合給与区で96.3%、後期自家配合給与区で89.7%、全期間自家配合給与区で131.8%となり、後期自家配合給与区で最も短くなった。したがって、自家配合飼料を給与する場合、肥育の後期に給与すると最も発育が良いことが分かった。



第1図 体重105kg到達度 (給与日数)

3 枝肉成績

枝肉成績の結果を第4表、第5表に示した。

試験1において枝肉歩留りは、前期自家配合給与区の65.7%と比較し、後期自家配合給与区で68.9%と高く、対照区の67.6%と比較し前期自家配合給与区では低くなった。背脂肪は対照区の2.1cmと比較し、後期自家配合給与区は2.7cmと厚くなった。以上の結果から、後期自家配合給与区が最も枝肉歩留りが高く、また、背脂肪が厚くなる傾向にあることが確認された。飼料のエネルギー水準が高まると背脂肪は厚くなり(丸山ら、2001)、成熟に近づくにつれ、脂肪の蓄積が主となる。体重90kg時点以降では脂肪の生産量が筋肉の生産量を上回ることから(高橋、1991)、脂肪の生産量が盛んな肥育後期に高エネルギー水準の飼料を給与したことで背脂肪が厚く、歩留りが高くなったと推測された。さらに、パン残渣を30%または50%代替した報告にお

いて厚脂になる可能性が示唆されており(中村ら、2008)、今回の試験でパンの残渣を40%代替したことも厚脂に影響したことが考えられた。

第4表 枝肉成績 (試験1)

区 分	枝肉重量 (kg)	枝肉歩留 (%)	背脂肪厚 (cm)	上物率 (%)	格落理由
前期自家配合 給与区(n=5)	73.7±3.8	65.7±0.6 ^{ab}	2.3±0.4	60	肉きめ、被覆、その他
後期自家配合 給与区(n=5)	76.5±3.4	68.9±0.8 ^b	2.7±0.5 ^b	40	被覆
対照区(n=4)	74.3±1.6	67.6±1.5 ^a	2.1±0.1 ^a	100	-

注1) 平均±標準偏差

注2) 縦列異文字間に有意差 (大文字p<0.01, 小文字p<0.05)

試験2においては、全期間自家配合給与区で枝肉歩留りが66.9%、対照区で64.9%であった。背脂肪厚については試験区で1.9cm、対照区で1.7cmであり、背脂肪は対照区と同等となった。背脂肪厚は発育速度が低下するのに伴い薄くなる(宮嶋ら、1983)との報告があることから、嗜好性の低下に伴う摂取量の減少や発育遅延により長期間飼育することでより背脂肪が薄くなったと考えられた。

第5表 枝肉成績 (試験2)

区 分	枝肉重量 (kg)	枝肉歩留 (%)	背脂肪厚 (cm)	上物率 (%)	格落理由
全期間自家 配合給与区 (n=2)	74.6±4.0	66.9±0.8	1.9±0.3	0	均称、肉付、左もも内出血
対照区(n=1)	71.4	64.9	1.7	100	

注1) 平均±標準偏差

4 経済性

経済性の結果を第6表、第7表に示した。

試験1において飼料費は後期自家配合給与区において10,165円と最も安く、次いで前期自家配合給与区で18,406円、対照区で19,265円となり節減率は対照区と比較し前期自家配合給与区で4.5%、後期自家配合給与区で47.2%となった。枝肉販売価格から飼料費を差し引いた差益は、後期自家配合給与区で25,635円、次いで前期自家配合給与区で17,143円、対照区で16,697円となった。対照区と比較し、収益は前期自家配合給与区で2.6%、後期給与区で34.9%増加した。

第6表 経済性 (試験1)

区 分	飼料摂取量 (kg)	飼料費 (円)	飼料費の 節減率 (%)	売上 (円)	差益 (円)	差益の 増加率 (%)
前期自家配合 給与区 (n=5)	359.0	18,406	4.5	35,549	17,143	2.6
後期自家配合 給与区 (n=5)	268.3	10,165	47.2	35,800	25,635	34.9
対照区 (n=4)	315.4	19,265	-	35,962	16,697	-

注1) 差益=枝肉販売価格-飼料費

注2) 1頭あたり

注3) 差益の増加率=対照区との比較

試験2において飼料費は全期間自家配合給与区で8,347円、対照区で17,736円であった。飼料費の節減率は対照区と比較し全期間自家配合給与区で52.9%となった。差益は全期間自家配合給与区で32,692円、対照区で25,449円であり、対照区と比べ全期間自家配合給与区で22.2%増加した。

第7表 経済性 (試験2)

区 分	飼料摂取量 (kg)	飼料費 (円)	飼料費の 節減率 (%)	売上 (円)	差益 (円)	差益の 増加率 (%)
全期間自家 配合給与区 (n=2)	371.0	8,347	52.9	41,039	32,692	22.2
対照区 (n=1)	290.9	17,736	-	43,185	25,449	-

注1) 差益=枝肉販売価格-飼料費

注2) 1頭あたり

注3) 差益の増加率=対照区との比較

試験1および2で対照区を100%としたときの増益率を比較すると、前期自家配合給与区で102.6%、後期自家配合給与区で134.9%、全期間自家配合給与区で122.2%となり後期自家配合給与区で差益の増加率が最も高かった。これは自家配合飼料における1kgあたりの飼料費が市販配合飼料と比較すると半分程度であること、また後期自家配合給与区の枝肉の格付けは背脂肪の影響は低いものの、歩留りが良いため平均販売価格は対照区と同等であった。以上のことから、自家配合飼料を用いる場合は肥育後期に給与することにより経済性が高まることが示唆された。

5 肉質調査

肉質調査の結果を第8表-10表に示した。

筋肉内脂肪含量は全期間自家配合給与区で14.6%、対照区で7.3%であり全期間自家配合給与区で多くなる傾向にあった。パン残渣を30%または50%代替した報告によると筋肉内脂肪含量は市販配合飼料に比べて

増加するとされている(中村ら、2008)。

今回の測定では誤差が大きく有意な差は認められなかったが、見た目では明らかに脂肪交雑に違いが認められ、パン残渣の高い配合割合が影響した可能性があると考えられた。

第8表 筋肉内脂肪と融点 (試験2)

区 分	脂肪の割合 (%)		融点 (°C)	
	筋肉内脂肪	背脂肪外層	背脂肪内層	腎臓周囲脂肪
全期間自家配合 給与区 (n=3)	14.6±4.2	28.9±0.04 ^B	30.2±0.19 ^B	32.5±0.03 ^b
対照区 (n=3)	7.3±2.9	36.2±0.21 ^A	38.5±0.04 ^A	44.9±0.03 ^a

注1) 平均±標準偏差

注2) 縦列異文字間に有意差 (大文字p<0.01, 小文字p<0.05)

融点は背脂肪内層において対照区で38.5°C、全期間自家配合給与区で30.2°Cと、全期間自家配合給与区で低くなった。背脂肪内層の融点が30°C未満になると軟脂の可能性はあるが、食味の観点から硬すぎる脂肪も問題視されている(前田、2011)。融点が低くなった要因については飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸の比率が考えられた。背脂肪内層における全期間自家配合給与区の不飽和脂肪酸は61.1%であるのに対し対照区では不飽和脂肪酸が52.7%であったことから不飽和脂肪酸の割合の増加に伴い融点が低下したと考えられた。しかし、軟脂豚の脂肪酸構成として飽和脂肪酸27.1%、不飽和脂肪酸72.9%という報告があることから(前田、2011)、融点の低下には十分注意する必要がある。

脂肪酸組成を見ると筋肉内脂肪のオレイン酸は全期間自家配合給与区で53.6%、対照区で47.9%、リノール酸は全期間自家配合給与区で3.7%、対照区で5.7%と、全期間自家配合給与区でオレイン酸が高くリノール酸が低くなった。本来、リノール酸は体内で合成されず、飼料由来で体内に蓄積しやすいことや、パン残渣主体のエコフィードによってオレイン酸が増加する(高橋ら、2013)ことが報告されている。今回使用した自家配合飼料の脂肪酸組成はオレイン酸が高く、リノール酸が低い傾向があり、その飼料の脂肪酸組成が筋肉内脂肪の脂肪酸組成に影響した可能性があると考えられた。

第9-1表 生肉の脂肪酸組成 (試験2)

区分		全期間自家 配合給与区 (n=3)	対照区 (n=3)
<腎脂肪>			
飽和	ミリスチン酸 C14:0	1.4	1.5
	パルミチン酸 C16:0	26.3 ^A	28.5 ^B
	ステアリン酸 C18:0	14.6 ^A	20.8 ^B
不飽和	パルミトレイン酸 C16:1	2.2 ^A	1.5 ^B
	オレイン酸 C18:1	47 ^A	36.5 ^B
	リノール酸 C18:2	7.9	10.5
	α-リノレン酸 C18:3	0.6	0.7
<背脂肪外層>			
飽和	ミリスチン酸 C14:0	1.4	1.4
	パルミチン酸 C16:0	24.4	25
	ステアリン酸 C18:0	11.5 ^a	15.2 ^b
不飽和	パルミトレイン酸 C16:1	2.3	1.9
	オレイン酸 C18:1	51.4 ^A	43.6 ^B
	リノール酸 C18:2	8.4 ^a	12 ^b
	α-リノレン酸 C18:3	0.6	0.8
<背脂肪内層>			
飽和	ミリスチン酸 C14:0	1.4	1.5
	パルミチン酸 C16:0	25.2	27.3
	ステアリン酸 C18:0	12.3 ^A	18.5 ^B
不飽和	パルミトレイン酸 C16:1	2.2	1.7
	オレイン酸 C18:1	49.9 ^a	42.7 ^b
	リノール酸 C18:2	8.5	7.6
	α-リノレン酸 C18:3	0.7	0.8
<筋肉脂肪>			
飽和	ミリスチン酸 C14:0	1.3	1.4
	パルミチン酸 C16:0	25.6	26.8
	ステアリン酸 C18:0	11.9 ^a	14.9 ^b
不飽和	パルミトレイン酸 C16:1	3.8 ^a	2.9 ^b
	オレイン酸 C18:1	53.6 ^a	47.9 ^b
	リノール酸 C18:2	3.7 ^a	5.7 ^b
	α-リノレン酸 C18:3	0.3	0.4

注) 横列異文字間に有意差 (大文字 p<0.01、小文字 p<0.05)

第9-2表 オレイン酸とリノール酸の部位別の比較 (試験2)

区分		全期間自家配 給与区 (n=3)	対照区 (n=3)
(単位: %)			
オレイン酸	背脂肪外層	51.4 ^A	43.6 ^B
	背脂肪内層	49.9 ^a	42.7 ^b
	腎臓周囲脂肪	47 ^A	36.5 ^B
	筋肉内脂肪	53.6 ^a	47.9 ^b
リノール酸	背脂肪外層	8.4 ^a	12.0 ^b
	背脂肪内層	8.5	7.6
	腎臓周囲脂肪	7.9	10.5
	筋肉内脂肪	3.7 ^a	5.7 ^b

注1) 縦列異文字間に有意差 (大文字p<0.01, 小文字p<0.05)

第10表 不飽和脂肪酸割合 (試験2)

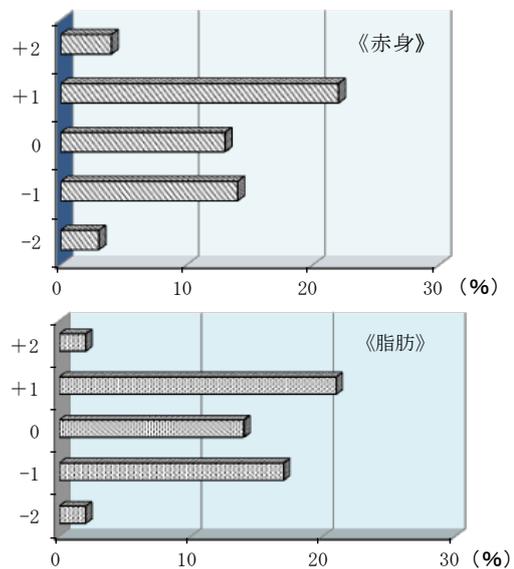
区分		全期間自家 配合給与区 (n=3)	対照区 (n=3)
不飽和 脂肪 酸	背脂肪外層	62.7±2.0	58.4±2.6
	背脂肪内層	61.1±1.7	52.7±2.9
	腎臓周囲脂肪	57.7±1.2	49.3±0.4
	筋肉内脂肪	61.3±2.2	56.9±1.7

6 官能検査および調理肉、飼料の脂肪酸分析

官能検査の総合評価を第2図に、調理後及び飼料の脂肪酸組成の結果を第11表、第12表に示した。

官能検査における有意な差は無かったことから、全期間自家配合給与区の豚肉は問題ないと考えられた。肉の調理については、調理方法で脂肪酸組成の変化はほとんどなく、生肉と同様の組成となった。よって、自家配合飼料においてオレイン酸が高く、リノール酸が低いという飼料の脂肪酸組成は、生肉だけでなく、調理肉の脂肪酸組成についても同様の結果を示すことが分かった。鶏の胸肉では加熱調理によってα-リノレン酸などのN-3系脂肪酸が「焼く」、「蒸す」、「茹でる」の順で減少量が增大する報告があるが(三田ら、2010)、本試験で用いた自家配合飼料中のα-リノレン酸含量は少なかったため影響がなかったと考えられた。また、本試験では調理油を使用しなかったが、サラダ油を使う調理の場合、豚肉脂質の溶出とサラダ油の付着により、オレイン酸の割合の増加やパルミチン酸の割合の減少が見られる(杉山ら、1999)ことから、調理油を使用する場合は脂肪酸組成が変化する可能性がある。

※評価方法 (対照区と比較したときの全期間給与区の評価)
+2: 非常にうまい +1: わずかにうまい 0: 変わらない
-1: わずかにまずい -2: 非常にまずい



第2図 官能検査総合評価 (試験2)

第11表 調理肉の脂肪酸組成 (試験2)

		(単位: %)		
		全期間自家 配合給与区 (n=3)	対照区 (n=3)	
<焼く>	区分			
	飽和			
	ミリスチン酸 C14:0	1.4	1.4	
	パルミチン酸 C16:0	24.9	25.9	
	ステアリン酸 C18:0	12.1 ^a	16.8 ^b	
不飽和	パルミトレイン酸 C16:1	2.1	1.8	
	オレイン酸 C18:1	50.2 ^a	42.3 ^b	
	リノール酸 C18:2	8.6	11.2	
	α-リノレン酸 C18:3	0.6	0.7	
<煮る>				
飽和	ミリスチン酸 C14:0	1.4	1.4	
	パルミチン酸 C16:0	25.2	26.5	
	ステアリン酸 C18:0	12.5 ^a	18.1 ^b	
不飽和	パルミトレイン酸 C16:1	2.1	0.1	
	オレイン酸 C18:1	49.8 ^a	40.5 ^b	
	リノール酸 C18:2	8.5	11.3	
	α-リノレン酸 C18:3	0.6	0.7	
<蒸す>				
飽和	ミリスチン酸 C14:0	1.4	1.0	
	パルミチン酸 C16:0	25.1	26.5	
	ステアリン酸 C18:0	12.4 ^a	17.9 ^b	
不飽和	パルミトレイン酸 C16:1	2	1.6	
	オレイン酸 C18:1	49.8 ^a	41.1 ^b	
	リノール酸 C18:2	8.7	11.3	
	α-リノレン酸 C18:3	0.6	0.7	

注) 横列異文字間に有意差 (大文字 p<0.01、小文字 p<0.05)

第12表 飼料の脂肪酸組成の割合

		(単位: %)		
区 分		全期間自家 配合給与区 (n=4)	市販配合飼 料 (前期) (n=2)	市販配合飼 料 (後期) (n=2)
飽和	ミリスチン酸 C14:0	1.7	0.7	0.6
	パルミチン酸 C16:0	32.0	16.5	15.1
	ステアリン酸 C18:0	5.7	3.9	3.5
不飽和	パルミトレイン酸 C16:1	0.6	1	0.9
	オレイン酸 C18:1	40.1	29.8	31.0
	リノール酸 C18:2	18.4	22.2	29.4
	α-リノレン酸 C18:3	1.4	1.4	1.8

7 総合考察

山口県内で発生する食品循環資源のうち、パン残渣、乾麺残渣、エコフィード及び飼料用米を原料とする自家配合飼料を用いた肉豚肥育技術を検討した。

飼料の配合割合について、原料の飼料一般成分を調査し、それらの成分特性を基に肉豚の養分要求量に最も近くなるように配合割合を決定した。調製された自家配合飼料の成分特性は、粗蛋白質と粗繊維の含量が市販配合飼料と比較して低く、炭水化物を主体とする可溶無窒素物含量が高い、エネルギー水準の高いものとなった。また、自家配合飼料中の脂肪酸組成は、市販配合飼料に比べてオレイン酸含量が高く、リノール酸含量が低いものとなった。

この飼料を肥育前期、後期及び肥育全期間に給与した。その結果、肥育前期あるいは後期に給与した場合

には発育性が向上し、その傾向は後期給与で顕著であり、飼料費の節減に寄与する結果となった。この結果から肥育全期間に自家配合飼料を給与した場合にも、発育性は対照区に比べて向上することが推測されたが、実際には低下した。この理由として、全期間自家配合飼料給与試験は2月から8月に実施され、梅雨期を経たことから、配合に用いた飼料用米が酸化等により劣化し、自家配合飼料の嗜好性の低下による飼料摂取量の減少が考えられた。

自家配合飼料給与における経済性については、枝肉販売価格から飼料費を差し引いた差益を算出し、対照区の差益と試験区の差益との増加率で比較した。この場合、肥育期間と枝肉販売価格が同じなら単価の安い自家配合飼料を肥育全期間給与する場合に飼料費の節減が最も大きくなると考えられるが、今回の結果では、後期に給与した場合の肥育期間が最も短くなり飼料費の節減幅が拡大されたこと、併せて肥育全期間給与した場合の肥育期間が最も長くなったことから、飼料費の差はわずかに約1,800円となった。その上、肥育後期に給与した場合の枝肉歩留りが優っていたことから枝肉販売価格が高くなり、結果的に肥育後期に自家配合飼料を給与した場合に、最も差益の増加率が高い結果となった。

肉質、食味及び肉の脂肪酸組成については、肥育全期間に自家配合飼料を給与した場合に、筋肉内脂肪含量が高くなる傾向が見られ、脂肪交雑が生じる可能性が示唆された。このことは肉の食味に対してプラスの影響を与える要因となり得るが、今回官能評価への影響は見られなかった。また、脂肪融点は、全期間自家配合飼料給与により低下した。脂肪の口溶けの観点から脂肪融点の低下は食味に対してプラスに影響することが考えられたが、今回の結果では、肥育全期間自家配合飼料給与による官能評価への影響は見られなかった。豚肉の脂肪酸組成は、肥育全期間自家配合飼料給与により不飽和脂肪酸のうち、オレイン酸含量が増加し、リノール酸含量が低下するという給与飼料の脂肪酸組成を反映する結果となった。この組成はヒトの健康上有利なものであり、豚肉の調理法を変えてもこの脂肪酸組成に変化はないことから健康を考慮した調理法の幅が広がった。

飼料用米と食品循環資源を組み合わせた自家配合飼料を肥育豚に給与した場合の影響について以上のように考察してきたが、前述したように、今回は特に飼料用米の劣化に起因する飼料摂取量の低下による発育

成績への影響という点を考慮しなければならない。すなわち、飼料用米の保管条件や飼養期間の気象条件等によって、肥育前・後期あるいは肥育全期間といった自家配合飼料の給与方法の如何に関わらず、肥育豚の飼料摂取量が変化し、経済性に影響を及ぼす。言い換えれば、飼料用米の品質を常に一定に保つことができる条件下では肥育豚の飼料摂取が安定し、その結果として肥育全期間に自家配合飼料を給与した場合に最も飼料費を節減でき、差益が最大になる可能性がある。

しかし、今回の自家配合飼料は高エネルギーのため、多給すると厚脂や軟脂による格落ちから枝肉単価の低下を招く可能性があり経済性に影響すると考えられる。

以上のことから、残された課題として、食品循環資源等を原料とした自家配合飼料を活用して安定して低コスト化を図るためには、安定した品質の自家配合飼料の調製技術や、肉質に影響を及ぼしやすい肥育後期飼料の栄養特性を改善した配合割合等について検討を重ねる必要がある。

摘 要

食品工場等排出される食品残渣は飼料として有効に利用することが望ましい。しかし、山口県内で発生する様々な食品循環資源は飼料としての特性が不明である。そこで、それらの食品循環資源の飼料としての特徴を調査し、飼料用米と食品循環資源を組み合わせた飼料の肥育豚への給与技術を検討した。

供試した食品循環資源の飼料一般成分は、市販配合飼料と比較した場合、パン残渣と飼料用米は可溶無窒素物含量が高く、パン残渣、乾麺残渣及び飼料用米は粗蛋白質含量が低かった。また、エコフィードの蛋白質含量は自家配合飼料と同等であった。粗脂肪は乾麺残渣が高く、飼料用米は低かった。

これらの原料を用いて、パン残渣 40%、飼料用米 30%、乾麺残渣 15%及びエコフィード 15%をそれぞれ配合した自家配合飼料を調製し供試した。

この自家配合飼料を肥育後期に給与すると、飼料要求率の改善と肥育期間の短縮が認められた。またこの場合、枝肉販売価格と飼料費との差益は最も大きくなり、経済性が向上した。

引用文献

岩波道生. 2014. 自給飼料増産の方向性について. 牧

草と園芸. 62. 1 : 1-7

大賀友英他. 2006. リサイクル飼料の肉豚給与に関する研究 (第 1 報) 山口県畜産試験場研究報告 : 89-96
科学技術庁資源調査会食品成分部会, 1996, 五訂目日本食品標準成分表分析マニュアル

財団法人日本食肉消費総合センター. 2005. 食肉の官能評価ガイドライン : 59-80

設楽修・山本剛・齋藤健光・中井貞夫. 1990. 給与飼料のエネルギー水準が豚肉の加工適正に及ぼす影響 : 25-30

杉山寿美・石永正隆. 1999. 調理による豚肉の脂肪酸量と脂肪酸組成の変化. 日本家政学会誌. 50. 11 : 1119-1126

高橋俊浩・大中望・堀之内正次郎・岩切正芳・入江正和. 2013. パン主体エコフィード中のタンパク質含量とリジン含量が肥育豚の発育および肉質に及ぼす影響. 日本畜産学会報 : 59-66.

高橋正也. 1991. 肥育飼料による肉質の改善. 畜産コンサルタント第 27 巻第 5 号, 33-38

田島真理子・久木留泉・川井田博. 1988. 豚肉の官能検査による嗜好評価及びその検査方法の検討. 鹿児島大学教育学部研究紀要. 40 : 100-107

中村嘉之・藤野幸宏. 2006-2008. 成分を調整せずに市販飼料にパン残渣を配合し霜降り豚肉を生産する技術: 関東東海北陸農業・畜産草地 (中小家畜) 農林水産省. 2014. 本格的議論のための飼料の課題 : 1-24

農林水産省. 2014. 飼料 A・B 生産局 : 1-21

前田高弘. 2011. 神奈川県農業技術センター畜産技術所. 県内産豚肉の脂肪性状の傾向について

丸山健・相馬由和. 2001. 環境にやさしい飼養管理技術確立試験 (1) 飼料栄養水準による厚脂防止効果の解明. 茨城県畜産センター研究報告第 31 号 : 153-158

三田有紀子・續順子・丹羽真清. 2010. 亜麻仁配合飼料飼育鶏肉の脂肪酸組成とその調理変化. 椋山女学園大学研究論集. 41 : 121-130

宮嶋松一・河野健夫. 1983. 豚の発育速度がと体形質に及ぼす影響. 愛知県農業総合試験場研究報告第 15 号 : 409-415

低コスト造林技術に関する研究(Ⅰ)

—列状地拵え・列状植栽による低密度植栽試験—

大池 航史

Studies on the Method for Low-Cost Afforestation (I) : an Experiment of Hypodense Planting by Line-formed Land Preparation and Line-formed Planting

Kouji OOIKE

Abstract: A hypodense planting test due to line-formed land preparation and line-formed planting to reduce the initial cost of afforestation was conducted after artificial forest harvesting. In the implementation area of this test, the line-formed planting partition after the line-formed land preparation and partition growing the hardwood with no work has been installed. These processes are alternately arranged, and the degree of influence on the growth and traits of the Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa*) that has been planted and the reduction of operating costs were compared with those of the control area. As a result, hypodense planting by line-formed land preparation and line-formed planting reduced labor costs by decreasing the area of the land requiring labor. This has been shown to be effective in cost reduction during afforestation. In addition, cost of seedlings and labor decreased with a decrease in the number of cypress planted. No adverse effects on growth and traits of cypress have been evident up to 4–5 years since planting, and the possibility of producing a conventional equivalent quality wood has been shown.

Key Words: Japanese cypress(*Chamaecyparis obtusa*), work-in-process

キーワード: ヒノキ、作業工程

緒言

主伐期を迎えるスギ・ヒノキ人工林が増加する中、資源の循環利用を図る観点から、皆伐後は再生林により確実に更新していく必要がある。しかしながら、木材価格の低迷により林業の採算性は悪化しており、スギ・ヒノキ人工林の皆伐後に再生林されないケースが見受けられる。植栽から主伐までの50年間にかかる経費の内、約7割が植栽から10年間に必要とされ、初期段階での育林経費の低コスト化が重要な課題となっている(林野庁, 2015)。このため、再生林初期段階に実施する植栽や下刈りの低コスト化が求められる。

これまでの造林コストの低減を目指した研究としては、苗木代や植栽労務コスト縮減を目的とした低密度植栽や、省力的な下刈りによる保育コストの縮減を図

ることが報告(丹下ら, 1993; 渡辺ら, 2015; 山中, 2009・2010)されているが、植栽と下刈り両方のコストを低減しつつ、従来の植栽密度と同等の成長や形質を確保した造林技術は確立されていない。

本研究では従来どおりの地拵え・植栽・下刈り作業をする区域と作業せずに放置して広葉樹を更新・生育させる区域を交互に設けることで、実質の作業面積を縮減して低コスト化を図り、かつ、広葉樹の密度効果により従来の植栽密度と同等の形質を有する木材生産を目指した造林手法を検討したのでその内容を報告する。

本研究は、単県課題「列状地拵え・列状植栽による低コスト造林技術の開発」として2010~2014年度に実施した。実施にあたって、森林所有者の方々には試験地を提供していただくなど便宜を図っていただいた。

関係森林組合の諸氏には試験地の設定・現地調査の日程調整など多岐にわたって協力していただいた。また、関係機関との調整や試験地設定の際には農林事務所林業普及指導員の協力を得た。ここに記し厚く謝意を表す。

材料および方法

1 試験地の設定

本研究は、資源の循環利用の観点から、人工林皆伐後に再造林されていない森林の解消も目的としており、皆伐後しばらく経過した状況を想定した森林を試験地とした。県内3箇所に設定した試験地A、B、Cの概況は第1表のとおりである。

地拵え作業着手前に試験地を設定した。試験区は、地拵え・植栽・下刈り作業を実施する区域（以下、列状施業区とする）と作業せずに放置する区域（以下、列状放置区とする）を等高線に沿って交互に設置する試験区（以下、列状区とする。面積 0.052ha）、1,500本/haの低密度で植栽する試験区（以下、1500本区とする。面積 0.042ha）、対照として本県で標準的な3,000本/ha植栽する試験区（以下、3000本区とする。面積

0.035ha）の3試験区を各試験地に設定した（第1、2図）。

なお、今回の試験では、列状区に占める列状放置区の面積割合は 1/3（33%）とし、地拵えの柵積み箇所まで含めた列状施業区的面積割合は 67%に設定した。また、列状施業区は従来の 3,000 本/ha 植栽と同じ間隔で植栽し、列状放置区には植栽しないので、苗木所要本数が 4 割減少し、列状区全体での植栽密度は 1,800 本/ha と従来よりも低密度となっている。

植栽する苗木は全てヒノキの2年生普通苗とした。活着不良や誤伐により枯死し植栽木が欠損した場合、当初の植栽密度を維持するため植栽後 1、2 年目はヒノキ3年生普通苗を欠損箇所に補植した。

2 調査方法

(1) 作業工程

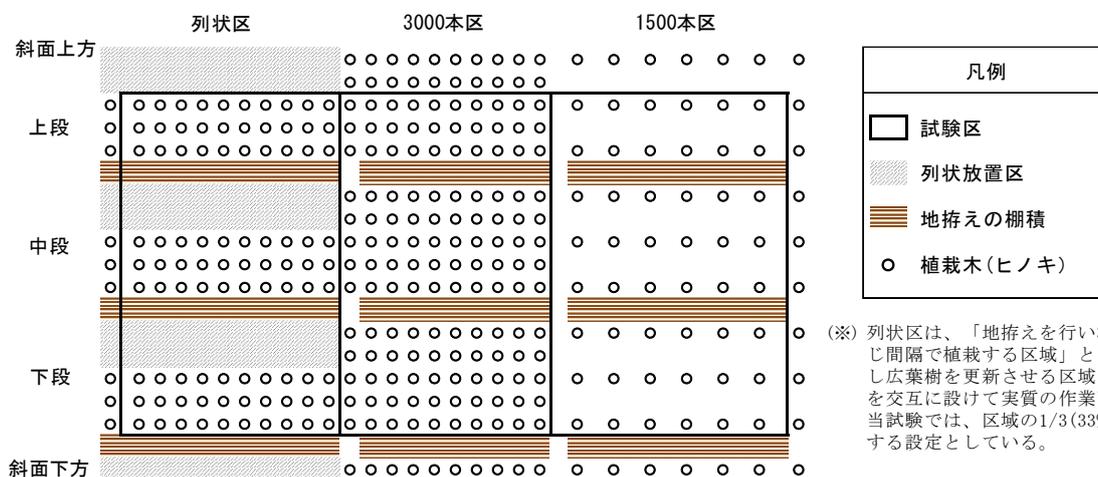
地拵え、植栽及び下刈り作業に要する時間を、原則、



第2図 列状区の設定状況（試験地Bを斜面横側から撮影、列状区の手前は 3000 本区と 1500 本区）

試験地名	試験地 A	試験地 B	試験地 C
植栽時期	2010年春	2011年春	2011年春
所在	宇部市 東吉部	山口市 阿東生雲中	周南市 須々万奥
標高	350m	400m	540m
平均傾斜	17°	39°	28°
斜面方位	E S E	W	NW
主伐後の経過年数	※	3年	10年

※ 試験地Aの設定前の現況は天然林であったが、広葉樹の繁茂した状況が試験地設定の条件（＝主伐後しばらく放置された状態）に合うのではないかと判断し、試験地とした。



第1図 試験地設定の概要

(※) 列状区は、「地拵えを行い3,000本/ha植栽と同じ間隔で植栽する区域」と「地拵えせずに放置し広葉樹を更新させる区域（図の斜線部分）」を交互に設けて実質の作業面積を縮減。当試験では、区域の1/3（33%）、作業面積を縮減する設定としている。

作業時に現地で計測した。一部試験地の地拵え、植栽作業は聞き取り調査した。計測対象は、実際に作業中の時間とし、休憩や給油、刃砥ぎなどの時間は除外した。第1図に示すとおり、試験地は地拵えの棚積を境にして各試験区とも上段・中段・下段に区画されており、1区画ごとに作業時間を計測した。いずれの試験地も管内の森林組合作業班が複数名で作業を行ったが、作業員は毎年同じとは限らなかった。また、同じ作業員の場合でも作業区画が毎年同じとは限らなかった。このため、1つの区画は1名の作業員のみで作業し、各作業員が3試験区すべてで、いずれかの区画を作業してもらった。実労働時間を6時間/日と仮定し、各試験区のha当り所要人工数を作業員ごとに算出し、各作業員の平均を当該試験区のha当り所要人工数とした。

毎年、下刈り実施前には雑草木の繁茂状況を調査した。各試験区に2㎡（水平距離で1×2m）の方形区を各2箇所設定し、根元から刈り取って持ち帰り、乾燥重量（80° 48時間）を計測した。

(2) 植栽木の成長

植栽木の成長については、各試験区の中央付近の植栽木 30 個体前後に番号札を取り付けて成長調査の対象木とし、植栽直後と毎年の成長休止期に樹高(m)、地際直径(cm)を測定した。成長量等の算出には補植した個体は含めず、当初植栽木のみを用いた。対照の3000本区と列状区、1500本区との成長の比較は、t検定により行った。

植栽木の調査実施にあわせて、列状放置区の広葉樹等の生育状況を調査した。測定対象は、第1図に示した列状放置区の斜面上側から2段目と3段目の生存個

体とし、樹高 0.8m以上の個体について毎木調査を行った。2つの区域を合算してha当り本数密度を求めた。

(3) 植栽木の形質

2014 年秋の最終調査時には植栽 4～5 年目の幼齢木時点での形質を判断する指標として、当年伸長部分より下部の樹幹形状を、異常のない「通直」、大きく曲がる「S字」、主軸が途中で分岐する「2又」の3区分で目視により判定した。

結果および考察

1 作業工程

各試験地の地拵え、植栽、下刈り作業工程調査の結果、試験区ごとの所要人工数は第2表のとおりとなった。標準的な3000本区の所要人工数を100として、他の試験区の所要人工数の比率を求めた。

地拵え作業の所要人工数は、3000本区(100)と比べ、列状区で平均56となり作業面積の縮減割合(67%)以上に低下した。試験地Cでの地拵え作業状況を観察したところ、列状放置区を設けても、かかり木の発生・処理に手間がかかるような状況は確認されず、作業上の支障はなかった。なお、作業面積の縮減割合以上に低下した原因であるが、第1図に示した試験区の設定上、3000本区及び1500本区は列状区と比べて、伐採した広葉樹などを集積する棚積み箇所の間隔が広がった。地拵えは棚積み間隔によって作業量が大きく左右されるとされ(森田ら, 2000)、3000本区及び1500本区では列状区に比べ、枝条などの運搬作業に時間を要したことが影響したと考えられ、仮に棚積み間隔が

第2表 各試験区の作業種別作業工程 (単位: 人工数/ha)

試験地	試験区	作業種別							
		地拵え	植栽	下刈り					
				1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	
試験地 A	列状区	18.8 (55)	4.2 (58)	1.2 (67)	3.0 (45)	3.1 (60)	2.3 (57)	2.9 (57)	
	1500本区	40.9 (121)	4.1 (57)	1.8 (99)	6.1 (91)	4.5 (87)	4.4 (109)	5.4 (105)	
	3000本区	33.9 (100)	7.2 (100)	1.8 (100)	6.7 (100)	5.1 (100)	4.1 (100)	5.2 (100)	
試験地 B	列状区	41.5 (62)	2.5 (57)	2.9 (64)	3.2 (55)	2.9 (57)	3.5 (49)	—	—
	1500本区	79.7 (119)	2.2 (50)	4.4 (98)	6.0 (102)	5.5 (111)	7.1 (98)	—	—
	3000本区	66.7 (100)	4.4 (100)	4.5 (100)	5.9 (100)	5.0 (100)	7.2 (100)	—	—
試験地 C	列状区	26.7 (50)	3.1 (60)	2.3 (51)	4.1 (47)	—	2.5 (50)	—	—
	1500本区	64.4 (120)	2.3 (45)	4.0 (90)	8.7 (100)	—	5.3 (103)	—	—
	3000本区	53.5 (100)	5.1 (100)	4.5 (100)	8.7 (100)	—	5.1 (100)	—	—
試験地 平均	列状区	(56)	(58)	(61)	(49)	(58)	(52)	(57)	
	1500本区	(120)	(51)	(96)	(98)	(99)	(103)	(105)	
	3000本区	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	

※ ()内の数値は、3000本区を100とした場合の割合を示した。

試験地Cの下刈り3年目は欠測のため平均は試験地A、Bで計算した。

同一条件であれば所要人工数は作業面積の縮減割合と同程度の割合になるものと思われる。また、1500本区と3000本区は地拵え時の作業内容は同じであるにも関わらず、2割程度所要人工数に違いがあった。地拵え作業は枝条の量と大きさの影響を受ける（森田ら、2000）とされ、両試験区の伐採した広葉樹や主伐時の残渣など棚積みする量の多少が影響したと考えられる。これらを踏まえると、地拵え作業は棚積みの量や運搬距離の影響は受けるものの、列状放置区を設けたことに起因する作業上の問題は特段なく、列状区は作業面積の縮減割合程度に労務コストを削減できると考えられる。

植栽作業の所要人工数は、3000本区を100とした場合、植栽本数を4割減らした列状区は平均58、半減した1500本区は51となり、各試験区の単位面積当たり植栽本数の割合に概ね比例した。植栽密度の違いと所要人工数の関係については、低密度植栽は植栽間隔が広がるため移動に要する時間が増加すること（渡辺ら、2015；山中ら、2009）や、植栽密度を3,000本/haから1,500本/haに半減させた場合の単位面積当たりの植栽人工数は53%と半減しないとしたこと（渡辺ら、2015）、また、植栽作業時間は植栽密度が高いほど短い傾向はあるがほぼ本数に比例したこと（森田ら、2000）が報告されている。当試験の列状区は、列状施業区に植栽する際、従来の3,000本/haと同じ植栽間隔で植栽することになるため移動時間への影響はなく、また、列状施業区の間にある列状放置区の上下方向への移動に支障のない程度の伐開幅で適宜通路を設けておけば移動時間の増加は軽微であると考えられる。列状区の植栽方法は、単位面積当たり植栽本数の割合に応じて苗木代及び労務コストの縮減が可能であり、低コスト化に有効であると考えられる。

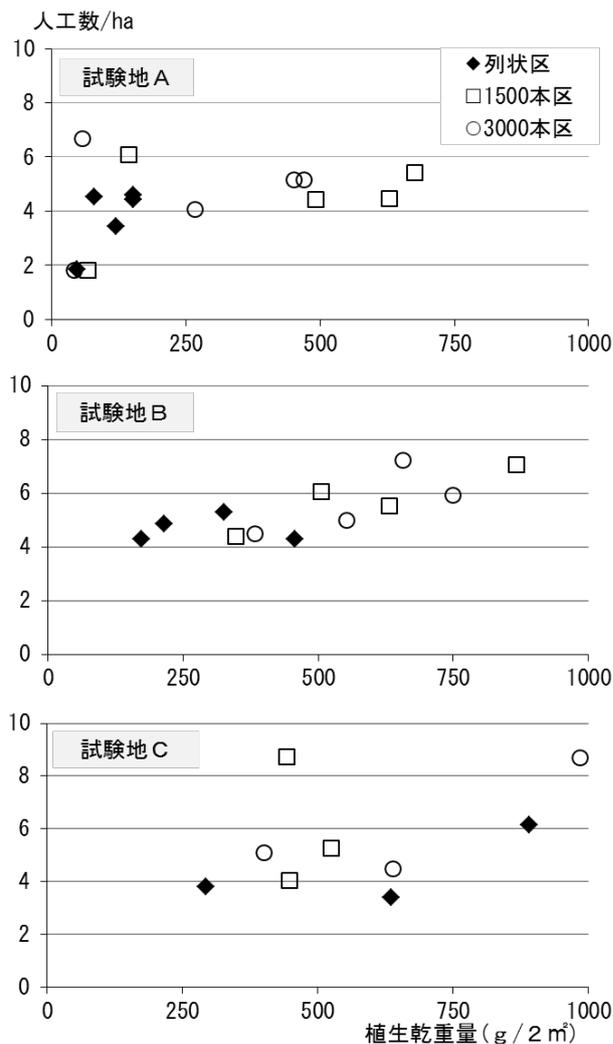


第3図 列状区の下刈り作業状況
(試験地C、左右両端は列状放置区)

下刈り作業は、全ての試験地で刈払機を使用し、毎年全刈りした（第3図）。まず、1500本区の所要人役については、3000本区(100)との比率で下刈り期間を通して平均96~105で推移し、同程度の人工数を要する結果となった。ヒノキの低密度植栽地において全刈りによる下刈り作業時間を調査した事例では、1000本/haと3000本/haで単位面積当たりの作業時間はほぼ同様であったことが報告されており（山中、2010）、本研究の結果からも、全刈りの場合、作業時間は植栽密度の影響を受けず、単位面積当たりでは同程度の人工数になることが確認された。

列状区の所要人工数は、3000本区(100)との比率では下刈り期間を通して平均49~61となり、作業面積の縮減割合以上に低下した。

下刈り実施前に刈り取った雑草木の乾燥重量と単位面積当たりの下刈り人工数の関係を第4図に示す。試験地Bは列状区の植生量・人工数ともに他の試験区よ



※ 列状区の人工数は、作業実面積当たりに換算して図示

第4図 植生乾重量と下刈り人工数

り少ない傾向にあった。一方、試験地Aでは列状区の植生量が少ないが、植生量と人工数の全体的な傾向はなく、試験地Cでは列状区の人工数は少ない傾向がみられたが、植生量との関係性は明瞭ではなかった。類似の既報では、ヒノキ植栽地での事例として、刈払機での作業時間は雑草木の量に関わらずほぼ一定であった結果が示されるとともに、作業効率は雑草木の量よりもツル類・ササ類など質的な条件に大きく影響されると述べている(小松ら, 1991)。一方、4箇所を省力的な下刈りを行ったスギ植栽地における下刈り時間と出現する種ごとの植被率を合計した値(積算植被率)を調査した事例では、3箇所では積算植被率の増加ともなつて下刈り人工数が増加する傾向であったことを報告するとともに、残りの1箇所では両者の間に相関はみられず、その要因として林地の作業性や作業員が丁寧に刈り払いを行ったことが影響したとしている(渡辺ら, 2015)。

本研究において、試験地A及びBでは、列状放置区の広葉樹による被陰が雑草木の繁茂を抑制し下刈り人工数縮減に寄与した可能性はあるが、試験地Cでは植生量が抑制されておらず、雑草木の抑制効果は明らかではなかった。また、出現種ごとの植被率は調査していないため詳細は不明であるが、ツル類が繁茂するなど植生の質的な条件が試験区間で極端に異なっているような状況は試験期間を通して観察されなかった。列状区の人工数が作業面積の縮減割合以上に低下した別の要因としては、等高線に沿って帯状に設けた列状放置区に生育する広葉樹によって刈り払う区域が従来よりも明瞭となることで、植栽木の位置の把握が容易になるなど、作業効率の向上に寄与した可能性が考えられる。

地拵えから植栽、下刈り作業の工程調査を通して、列状区では列状放置区を設けたことに起因する作業上の問題は特段確認されなかった。地拵え作業は作業面積の縮減割合と同程度、下刈り作業は視認性の向上などによって作業面積の縮減割合以上の労務コスト削減が期待できた。植栽作業は単位面積当たり植栽本数にほぼ比例して苗木代及び労務コストの縮減が可能であり、本手法は、造林初期の低コスト化に有効であることが確認できた。

2 植栽木の成長

まず、列状放置区における試験地設定時と最終調査時の広葉樹の生育状況を第3表に示す。試験地Aでは

ヒサカキ、タブノキ、ネズミモチなど常緑広葉樹が主体で本数密度も増加しており、上層はこれらと落葉広葉樹のエゴノキ、ヤマザクラなどが混交していた。樹高2m未満でもタブノキなど常緑広葉樹の更新が多くみられ本数密度が増加した。試験地Bは皆伐後の経過年数が2年と3試験地の中では短かった。樹高2m以上の個体は試験地設定時の651本/haから4年後には11,646本/haに増加しており、内訳はエゴノキ、アカメガシワ、クロモジなどの落葉広葉樹を主体とし、常緑広葉樹のヒサカキ、ネズミモチなどが散在していた。試験地Cはクロモジ、アカメガシワ、リョウブなど主に落葉広葉樹で構成されており、2m以上の本数密度は25,000本/ha以上で推移し、樹高2m未満の本数密度も増加した。

本県内の再造林されずに放置された伐採跡地における更新状況の実態が調査されており、ササ類、シダ類など更新を阻害する要因がない場合、伐採前林分に前生樹が多いときはこれらを中心にした萌芽更新によりタブノキやアラカシなどが更新し、前生樹が少ないか、またはない林分ではアカメガシワやネムノキなどの先駆種が優占するなどの更新パターンが示されている(山田ら, 2008)。試験地B及びCは、列状放置区が先駆種のアカメガシワなど落葉広葉樹を主体に構成されており、本県における伐採後の一般的な更新経過に近い状況を示していると考えられた。一方、試験地Aは、萌芽更新によらない常緑広葉樹主体で個体サイズも大きく、伐採後の天然更新を想定した森林として一般的な状況を示したものではなかったと考えられた。

植栽木の成長については、最終調査時の樹高及び地際直径を第4表に、植栽当初からの成長の推移を第5図に示す。

試験地Aでは、樹高成長は列状区と3000本区の間では4年目まで差がなかったが、5年目は列状区の樹高が小さくなった($p < 0.05$)。地際直径の肥大成長は植栽1年目から列状区が小さく($p < 0.01$)、樹高よりも早い時期から差が生じた。1500本区については、植栽2年目と早い時期から3000本区よりも良好な樹高成長を示した。この原因の詳細は不明であるが、土壌条件など生育環境が他の試験区とやや異なっていた可能性が考えられた。

スギ・ヒノキ造林地で省力的な下刈りを行い雑草木からの樹冠露出度と成長の関係を調査した研究では、雑草木の被圧の影響は樹高成長よりも肥大成長に敏感に表れることが報告されている(丹下ら, 1993)。ま

第3表 列状放置区の広葉樹生育状況

試験地	樹種	試験地設定時				最終調査時				備考 (その他樹種の 常緑樹・落葉樹の内訳)
		樹高2m以上			樹高0.8～ 2m本数 (本/ha)	樹高2m以上			樹高0.8～ 2m本数 (本/ha)	
		本数 (本/ha)	平均樹高 (m)	最大樹高 (m)		本数 (本/ha)	平均樹高 (m)	最大樹高 (m)		
試験地 A	アオキ	362	2.4	2.9	1,085	651	2.3	3.0	940	
	エゴノキ	289	8.6	11.5	—	362	7.9	12.1	72	
	エノキ	72	11.0	11.0	—	72	11.5	11.5	—	
	クロキ	1,013	6.7	10.5	145	940	5.7	10.2	362	
	ゴンズイ	—	—	—	—	72	2.3	2.3	362	
	シロダモ	145	5.2	7.5	868	1,374	2.7	7.6	1,519	
	タブノキ	579	6.7	13.0	868	1,591	3.7	13.5	4,557	
	ネズミモチ	1,519	4.6	7.6	72	1,591	5.0	7.6	362	
	ノグルミ	—	—	—	—	—	—	—	362	
	ヒサカキ	1,302	3.7	5.7	579	1,736	3.6	5.6	506	
	ヤマザクラ	145	12.1	16.0	—	145	10.9	13.0	72	
リョウブ	—	—	—	—	—	—	—	362		
その他	145	—	—	72	579	—	—	796	試験地設定時(常緑樹1種、落葉樹2種) 最終調査時(常緑樹4種、落葉樹7種)	
計		5,570			3,689	9,115			10,272	
試験地 B	アカメガシワ	72	2.1	2.1	1,881	1,808	2.6	4.1	2,170	
	イソノキ	—	—	—	72	145	2.9	3.7	145	
	エゴノキ	72	2.1	2.1	289	2,025	2.3	3.6	1,664	
	クサギ	434	2.2	2.3	723	1,230	2.5	3.3	868	
	クロモジ	—	—	—	1,519	1,664	2.3	2.8	1,953	
	コナラ	—	—	—	72	72	3.6	3.6	—	
	ネズミモチ	—	—	—	506	506	2.3	2.6	1,302	
	ヒサカキ	—	—	—	217	434	2.1	2.2	6,727	
	ヤブムラサキ	—	—	—	1,085	1,302	2.3	2.8	940	
	ヤマハゼ	—	—	—	72	217	3.1	3.9	72	
	その他	72	—	—	868	2,242	—	—	5,570	
計		651			7,306	11,646			21,412	
試験地 C	アカマツ	434	3.0	4.0	723	434	3.5	5.0	868	
	アカメガシワ	5,787	3.6	6.3	289	4,630	4.0	5.7	434	
	イソノキ	145	5.8	5.8	—	145	6.4	6.4	—	
	エゴノキ	1,736	3.8	6.0	—	1,881	4.4	6.6	723	
	クロモジ	9,115	2.9	5.8	1,591	7,089	2.8	4.3	3,906	
	ヒサカキ	579	2.4	3.0	2,749	1,591	2.4	3.5	2,025	
	ヤマウルシ	1,736	3.0	3.5	145	1,736	3.2	4.2	289	
	ヤマザクラ	579	5.9	7.6	—	723	5.5	7.8	—	
	ヤマハゼ	145	6.4	6.4	—	145	7.8	7.8	—	
	リョウブ	3,762	3.0	5.4	1,591	4,630	3.1	6.2	2,315	
	その他	2,604	—	—	1,736	2,749	—	—	2,315	
計		26,620			8,825	25,752			12,876	

※ 樹高2m以上と0.8～2mの本数上位及び最大樹高の大きい方から上位5樹種については樹種ごと、それ以外の樹種については「その他」で一括して記載した。

た、植栽後5年間下刈りせずにヒノキ植栽木の成長に対する雑草木の被圧の影響を調査した研究では、常緑樹による被圧が落葉樹による被圧よりも成長低下に与える影響が大きいことを示し、その要因として、常緑樹・落葉樹間で葉を透過する光の量や質の違いに起因したと考察している（平田ら、2012）。

列状施業区は毎年全刈りを行っており、雑草木から直接被圧されていないが、列状放置区の個体サイズの大きな常緑広葉樹によって成長に必要な光環境が十分に確保されずに雑草木による被圧と同様の影響を受けているものと推測された。しかしながら、列状区の植栽木は、広葉樹の影響のない3000本区よりも樹高はやや小さくなったとはいえ植栽3年目以降も毎年60cm弱の樹高成長を維持していた。また、列状放置区の広葉樹と植栽木との樹冠は接しておらず植栽木の樹高成長に必要な空間も確保されており、このまま成林していく可能性は十分にあると考えられる。

試験地Bは、列状区の樹高が5成長期目に3000本区より大きくなり（ $p < 0.05$ ）、地際直径は植栽2年目か

ら大きくなった（ $p < 0.01$ ）。試験地Cは、最終調査時に成長の差はなかったが、列状区の樹高成長がやや大きい傾向を示し、1500本区と3000本区は植栽からの4年間を通して差がなかった。列状区のように筋状に地拵えの刈払いと刈残しを交互におくことは植栽木を寒風害などから保護する効果があるとされており（宮島ら、1981）、これらの2箇所の試験地では列状放置区の広葉樹により植栽木の生育環境が良好に保たれ成長量が同等以上の結果を示した可能性が考えられる。

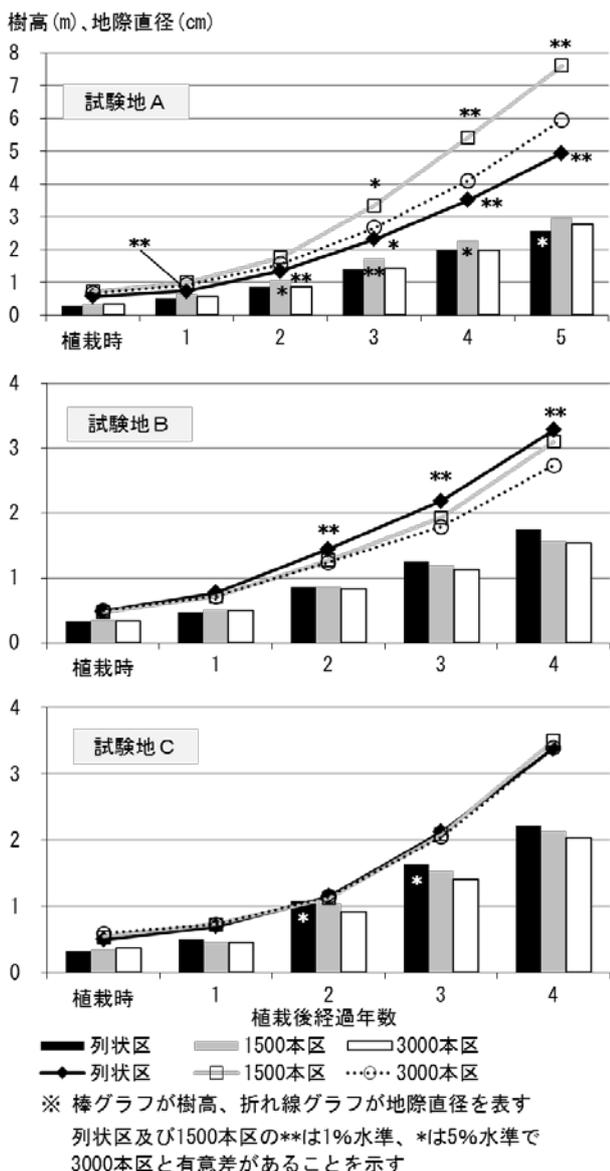
県内3箇所の試験地において各試験区の植栽木の傾向は異なっていたが、試験地B及びCのように本県での伐採後の一般的な天然更新状況を示す森林の場合、植栽後4～5年経過した時点で列状放置区を設けたことによる成長への悪影響はなかった。今後の除伐等施業の必要性や実施時期については、広葉樹との競合状態や植栽木の成長の推移を踏まえて検討する必要があるが、現時点では通常よりも早期の除伐など余分な施業の必要性もないと判断され、順調に成林していく可能性が高いと考えられた。

第4表 試験区別の平均樹高及び平均地際直径（最終調査時）

(樹高：m、地際直径：cm)

試験区	試験地A (5成長期後)		試験地B (4成長期後)		試験地C (4成長期後)	
	樹高	地際直径	樹高	地際直径	樹高	地際直径
列状区	2.56 ± 0.25 *	4.93 ± 0.67 **	1.76 ± 0.35 *	3.28 ± 0.52 **	2.22 ± 0.30	3.38 ± 0.58
1500本区	2.97 ± 0.53	7.60 ± 2.02 **	1.56 ± 0.34	3.10 ± 0.77	2.13 ± 0.33	3.50 ± 0.48
3000本区	2.76 ± 0.31	5.95 ± 0.98	1.54 ± 0.22	2.74 ± 0.40	2.03 ± 0.31	3.39 ± 0.75

※ 平均値±標準偏差、**は1%水準、*は5%水準で3000本区（対照）と有意差があることを示す



第5図 樹高及び地際直径成長の推移

なお、補足として、列状放置区の広葉樹は本数密度が増加または維持され、出現種数は増加していた。また、生育状況も良好であった。本研究の当初のねらいとは異なるが、現地に自生する広葉樹の活用を図る本手法は、森林の健全性や多様性の確保を主眼にした森林整備の実施を検討する場合においても選択肢のひとつになると考えられる。

3 植栽木の形質

第5表に最終調査時の樹幹形状別の本数と異常の確認されなかった通直本数率を示す。曲り、2又の樹幹形状の異常が散見されたが、いずれの試験地も通直本数率が高かった。試験地の植栽木は4～5年生の幼齢木であるため、形質については今後の経過により別途評価していく必要があるものの、現時点では列状放置区を設けたことに起因する樹幹形質への影響はなかった。列状区は3000本区と同等の形質の木材を生産していくことができる造林方法である可能性が示された。

本試験の結果、列状放置区を設けることで、地拵えや下刈りに必要となる労務コストを実質の作業面積の縮減割合に応じて削減でき低コスト化に有効であることが示された。また、植栽についても植栽本数の縮減割合にほぼ比例して苗木代及び労務コストの縮減が可能であった。本県の一般的な人工林皆伐地であれば、列状区のような造林手法を用いても成長や形質への悪影響はなく、従来の造林方法と同等の形質を有する木材を生産できる可能性があると考えられ、今後、伐採後の再造林を検討する際の選択肢として活用できると考える。

第5表 植栽木の樹幹形質

試験地	調査時 林齢	試験区	樹幹形状			
			通直 (本)	通直 本数率 (%)	曲り (本)	2又 (本)
試験地 A	5年生	列状区	24	100		
		1500本区	18	85.7	1	2
		3000本区	22	95.7	1	
試験地 B	4年生	列状区	21	100		
		1500本区	18	100		
		3000本区	28	96.6	1	
試験地 C	4年生	列状区	26	96.3	1	
		1500本区	10	100		
		3000本区	18	100		
試験地 平均		列状区		98.8		
		1500本区		95.2		
		3000本区		97.4		

摘要

本研究では、人工林伐採後の再造林初期のコスト低減を図るため、列状地拵え・列状植栽による低密度植栽試験を実施した。方法は地拵えや植栽などの作業を実施する区域（列状施業区）と作業せずに放置する区域（列状放置区）を交互に設置し、低コスト化と植栽したヒノキの成長・形質への影響を検討した。その結果、地拵えや下刈に必要となる労務コストを実質の作業面積の縮減割合に応じて削減でき、低コスト化に有効であることが示された。植栽についても植栽本数の縮減割合に応じて苗木代と労務コストの縮減が可能であった。植栽後4～5年経過時点では成長や形質への悪影響はなく、従来と同等の形質を有する木材を生産できる可能性があると考えられた。

山中啓介. 2010. 皆伐・択伐林の低コスト更新技術の開発. 平成21年度島根県中山間地域研究センター研究成果概要集. 7: 55-56.

引用文献

- 平田令子・伊藤哲・山川博美・重永英年・高木正博.
2012. 造林後5年間の下刈り省略がヒノキ苗の成長に与える影響. 日林誌. 94: 135-141.
- 小松帝一・加藤百錬. 1991. 低コスト林業技術システムの開発. 平成2年度埼玉県林業試験場業務成績報告. 33. : 35-42.
- 宮島寛・千葉宗男. 1981. 更新. p. 116-130. 堤利夫ら共著. 新版造林学. 朝倉書店. 東京.
- 森田厚・斉藤葉子. 2000. 低コスト育林システムの開発に関する調査. 平成11年度埼玉県林業試験場業務成績報告. 42. : 30-32.
- 林野庁. 2015. 平成27年版森林・林業白書. p. 99-105. 全国林業改良普及協会.
- 丹下健・鈴木祐紀・八木久義・佐々木恵彦・南方康.
1993. 雑草木の刈り払い方法が植栽木の成長に与える影響. 日林誌. 75: 416-423.
- 渡辺直史・藤本浩平・徳久 潔. 2015. 低コスト育林技術の開発. 高知県立森林技術センター研究報告. 39: 46-82.
- 山田隆信・佐渡靖紀. 2008. 公益的機能維持のためのスギ・ヒノキ人工林伐採跡地対策指針の確立—人工林伐採跡地の更新阻害要因の解明及び更新予測—. 山口県林業指導センター研究年報: 5-11.
- 山中啓介・坂越浩一. 2009. 択伐林の低コスト更新技術の開発. 平成20年度島根県中山間地域研究センター研究成果概要集. 6: 96-97.

低コスト造林技術に関する研究(Ⅱ)

—ヒノキコンテナ苗を活用した低コスト造林の可能性—

大池 航史

Studies on the Method for Low-Cost Afforestation (Ⅱ)

: Possibility of Low-Cost Afforestation Using Containerized Seedlings of Japanese Cypress

Kouji OOIKE

Abstract: In this study, the effectiveness of the use of containerized seedlings in cost reduction during the initial afforestation of the Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa*) of a major timber plantation in the Yamaguchi Prefecture was investigated. As a result, the time required for planting containerized seedlings was reduced by approximately 80% compared with that of conventional seedlings. The use of containerized seedlings was effective in the reduction of labor costs. The survival rate of containerized seedlings after planting was equal or greater than that of conventional seedlings. In addition, they did not show increased growth compared with conventional seedlings. According to cost estimates, containerized seedlings incur low labor costs by improving planting efficiency; however, the high price of the seedlings is problematic. At present, the total cost of planting containerized seedlings at a density of 2,000 trees/ha is almost equivalent to that of planting conventional seedlings at a density of 3,000 trees/ha. In addition, the survival rate of containerized seedlings has been shown to be good throughout the year. In the future, nursery techniques for reducing the price of containerized seedlings need to be developed.

Key Words: growth, survival rate, work-in-process

キーワード : 活着率、作業工程、成長

緒言

植栽から主伐までにかかる育林経費の内、植栽から10年間の初期段階に約7割が必要とされており、その部分の低コスト化が重要な課題となっている(林野庁, 2015)。主伐期を迎えるスギ・ヒノキ人工林が増加してきており、資源の循環利用を図る観点から、皆伐後の再造林により確実に更新していく必要があるが、再造林を推進していくためには造林初期段階にかかるコストの低減が求められる。

近年、造林コストを低減していくための対応策のひとつとして、マルチキャビティコンテナを使用して育成した苗(以下、コンテナ苗とする)の活用への関心が高まっている。コンテナ苗は培地付苗の一種で、従来から山林用苗木として一般的に用いられる裸苗(以下、普通苗とする)と比べ、植栽効率の高さ、活着の良さ、植栽適期の拡大、初期成長の良さが利点とされ

ている(遠藤, 2007; 岩井ら, 2012)。コンテナ苗の導入により造林初期の植栽・下刈りにかかるコスト低減が期待されており、全国各地で実証的な植栽事例がみられる。

しかしながら、全国的にはスギのコンテナ苗の植栽事例が多く(例えば、岩井ら, 2012; 岩田, 2015; 渡辺ら, 2015; 山田ら, 2013; 山川ら, 2013 など)、本県の主要な植栽樹種となっているヒノキの事例は少ない(静岡県, 2013; 渡邊ら, 2013)。このため、本研究ではヒノキのコンテナ苗を植栽し、植栽効率、活着率及び植栽後の成長等の調査を行い、造林コスト低減の可能性を検証したので、その結果を報告する。

本研究は、単県課題「列状地拵え・列状植栽による低コスト造林技術の開発」の中課題のひとつとして2012~2014年度に実施した。実施にあたって、森林所有者の方々には試験地を提供していただくなど便宜を図っていただいた。関係森林組合の諸氏には試験地の

設定・現地調査の日程調整など多岐にわたって協力していただいた。また、関係機関との調整や試験地設定の際には農林事務所林業普及指導員の協力を得た。ここに記し厚く謝意を表す。

材料および方法

1 試験地の設定

県内3箇所の試験地の概況は第1表のとおりである。いずれも地存え後に試験地を設定した。

供試したコンテナ苗は、県内苗木生産者が苗畑に播種・育苗した1年生苗を容量300ccのマルチキャビティコンテナ（JFA300）（林野庁，2008）に移植し、ビニールハウス内で1年間育苗管理した2年生苗である。対照として、苗畑で育成された2年生普通苗を供試した（第1図）。

2 調査方法

(1)コンテナ苗の植栽工程

いずれの試験地も管内の森林組合作業班の各2名が植栽作業を行った。コンテナ苗の植栽方法は、宮城県農林種苗農業協同組合が制作したコンテナ苗専用の植栽器具（以下、植栽器とする）を地面に突き刺して作成した植穴に根鉢を差し込んで踏み固める方法（以下、植栽器植えとする）と、作業員が通常使用しているクワでコンテナ苗の根鉢が収まる程度の空間を作成して根鉢を差し込んで踏み固める、ひとクワ植えに近い方法（以下、ひとクワ植えとする）の2通りとした。対照の普通苗は、クワで植穴を掘り、根を広げて苗木を入れ、埋戻し・踏み固めを行う通常の植栽方法（以下、通常植えとする）とした（第2、3図）。各作業員とも

試験地名称	試験地 ア	試験地 イ	試験地 ウ
植栽時期	2012年春	2013年春	2013年春
所在	周南市 須々万奥	山口市 徳地三谷	山陽小野田市 厚狭
標高	560m	600m	70m
平均傾斜	33°	40°	42°
斜面方位	S S E	E	S
主伐後の経過年数	11年	2年	2年



第1図 供試苗（左からヒノキの普通苗、コンテナ苗、コンテナ苗の根系部分の拡大図）



第2図 植栽試験で使用した植栽器具（左からクワ、植栽器、植栽器の先端部分の拡大図）



第3図 植栽作業の方法（左からコンテナ苗の植栽器植え、ひとクワ植え、普通苗の通常植え）

コンテナ苗の植栽は未経験であったため、作業開始前に植栽方法の説明とデモを行い、試し植えを経験してもらってから植栽作業に着手した。

植栽区を苗種別・植栽方法別に複数設け、各作業員が全ての方法で植栽を行った。各植栽区の必要本数の苗木を持って植栽区まで移動し、植え付け開始から終了までの時間を計測し1本当たり植栽所要時間を算出した。休憩時間は計測対象から除外した。なお、植栽密度別に2,000本/haと3,000本/haの植栽区を設定し、それぞれの植栽時間を比較検討する計画であった。しかし、実際の植栽作業の様子をみると、植栽地内の大きな棚積や局所的な急傾斜で歩行が困難な箇所を回避しながら移動するのに時間を要す状況が観察され、これが植栽密度の違いよりも植栽時間の増減に影響を及ぼす大きな要因になっていると考えられた。このため、植栽密度は込みにして、苗種別・植栽方法別に各作業員の植栽工程を求めた。

(2)コンテナ苗の活着・成長

植栽直後と毎年の成長休止期に、試験地内に植栽した全ての個体の樹高(cm)、地際直径(mm)を測定するとともに、獣害や誤伐等被害の有無、生存状況を確認した。成長量は、当初植栽木の内、誤伐やウサギの食害などの獣害による損傷を受けずに生存している個体のみを用いて算出した。活着率は、植栽から1成長期経過した秋の時点で評価した。誤伐や獣害を受けて枯死した個体は除外し、損傷を受けても生存している個体は含めて計算した。

(3)コンテナ苗の時期別植栽

2013年に時期別にコンテナ苗を植栽し活着率を調査した。植栽場所は、各試験地内で植栽木が枯死し欠損した箇所に順次植栽していくとともに、農林総合技術センター林業技術部構内に設定した時期別植栽試験地(山口市宮野上、標高70mの平地)に植栽した。植栽時期は5月、8月、10月、12月としたが、各試験地の植栽時期と供試本数は後記の第5表のとおりとした。供試した苗木は、コンテナ苗は2013年春の時点で2年生のものを野外で適宜散水等管理し、植栽直前にコンテナ容器から抜き取って植栽した。なお、12月植栽のコンテナ苗は、ビニールハウス内で育苗管理された2年生苗も用いた。対照の普通苗は、植栽時期の都度、苗畑から掘り取り・梱包してその日のうちに植栽するか、当日植栽しない場合は一旦仮植しておき時期別植栽に供試した。活着率の調査は、5月及び8月植栽は植栽年の成長休止期、10月及び12月植栽は植栽

翌年の成長休止期に実施した。

結果および考察

1 コンテナ苗の植栽工程

ヒノキのコンテナ苗と普通苗を用い植栽効率を調査した。各試験地の植栽方法別の苗木1本当たり平均植栽時間を第2表に示す。

2012年春に最初に植栽した試験地アでは、苗木の運搬に土のう袋を使用した。柔らかい容器は苗木の重量によって変形し、中の苗木の根鉢が変形し培地が脱落することがあるとされ(山田, 2015)、当試験地でも培地が一部脱落した状態が観察された。1回の運搬につき苗木16本と多くはない数量を持ち運んだが、袋内で根鉢が圧迫されたこと、植え付け一移動の都度、袋を置いたり持ち上げたりしたことが影響したと考えられる。また、植栽効率は通常植えの苗木1本当たり植栽時間を100とした場合、植栽器植えで平均96、ひとクワ植えで平均92となり、植栽方法別による植栽時間の差が小さかった。運搬に使用した土のう袋は、植え付けの際に平均傾斜30°以上の斜面から転落しないよう安定した場所に置く必要があったこと、袋内で根鉢が重なり苗木の取り出しがスムーズに行えないことが観察され、苗木の運搬方法は改善が必要であると考えられた。

2013年春に植栽した試験地イ、ウでは、土のう袋に替えて農業用苗カゴを苗木運搬に使用した。苗カゴは成形性のある容器でコンテナ苗運搬時の使用が推奨されている(山田, 2015)。2013年の試験では、苗カゴを2個装着し、37本から最も多い場合で60本のコンテナ苗(300cc)を持ち運ぶことができ、根鉢の変形や培

第2表 各試験地の植栽方法別の苗木1本当たり平均植栽時間

試験地	苗木種別	植栽方法	苗木1本当たり植栽所要時間		コンテナ苗の運搬容器
			所要時間(秒)	普通苗(100)に対する比率	
試験地ア	コンテナ苗	植栽器植え	57	(96)	土のう袋
	コンテナ苗	ひとクワ植え	54	(92)	
	普通苗	通常植え	59	(100)	
試験地イ	コンテナ苗	植栽器植え	55	(100)	苗カゴ
	コンテナ苗	ひとクワ植え	46	(84)	
	普通苗	通常植え	55	(100)	
試験地ウ	コンテナ苗	植栽器植え	76	(82)	苗カゴ
	コンテナ苗	ひとクワ植え	76	(83)	
	普通苗	通常植え	92	(100)	

地の脱落は観察されなかった。また、容器を身に着けたまま植栽作業を行うことができ、苗カゴを使用した運搬・植栽は効率的な方法であると考えられた。植栽方法別の苗木1本当たり平均植栽時間の割合は、試験地イでは、通常植え(100)に対し植栽器植えが100、ひとクワ植えが84であった。同様に試験地ウでは、植栽器植えが82、ひとクワ植えが83であった。ひとクワ植えはいずれも通常植えの8割程度の時間で植栽できたが、植栽器植えに関しては試験地イでは通常植えとほぼ同じ植栽時間を要す結果となり、植栽方法によって植栽効率の向上の程度に違いがあった。

2013年に植栽した2箇所の試験地におけるより詳細な植栽時間の調査結果を第4図に示す。作業員(各2名)は同じ植栽方法で1~2区画ずつ植栽作業を行っており、区画ごとの苗木1本当たり植栽時間とその割合を示した。その結果、通常植えの平均植栽時間(100)に対し、ひとクワ植えは76~99といずれも植栽時間が短縮していた。一方、植栽器植えは70~115となり、3割短縮した区画もあったが、反対に植栽時間が増加したケースもあった。

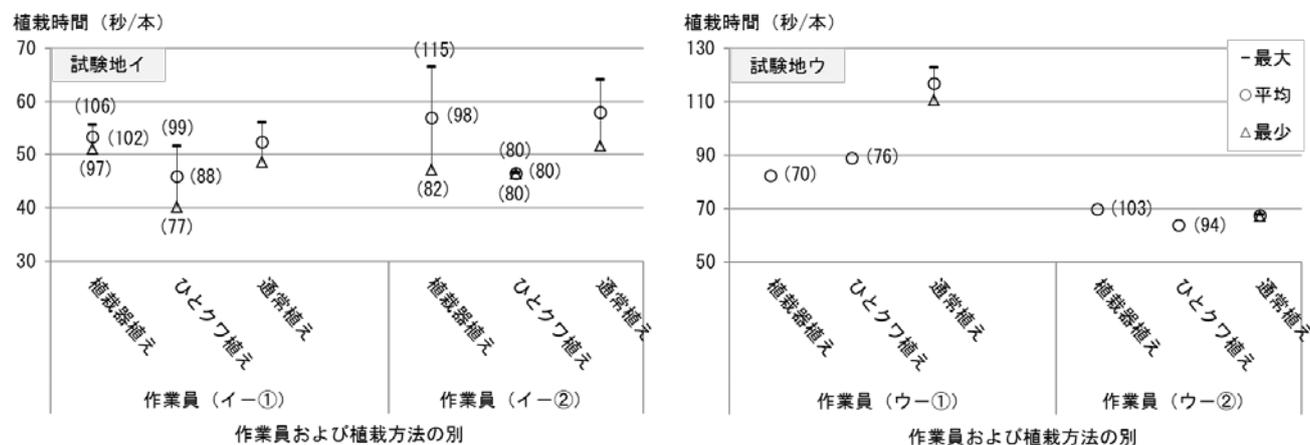
コンテナ苗の植栽器具ごとの植栽に関する指摘として、専用の植栽器具は使用に適した条件下では労働強度が低く高能率に作業できるものの、礫混じり土壌、堅密土壌、傾斜地、地被物の多い所では使用が困難なこと、一方クワは、土壌や地表など条件を選ばず傾斜が急になるほど楽に作業できること(遠藤ら, 2009)など、最も汎用性の高い器具といわれている(山田, 2015)。

コンテナ苗の植栽効率に関しては、例えば、スギコンテナ苗をひとクワ植えした場合に普通苗の60%の

間で植栽できたこと(渡辺ら, 2015)、専用の植栽器具(プランティングチューブ)でスギコンテナ苗を植栽した場合に普通苗植栽の2.7~3.7倍植栽効率が向上したとすること(岩井ら, 2012)、スギコンテナ苗は普通苗の約2倍の植栽能率が得られる(山田ら, 2013)としたことなど多くの報告がある。報告によって使用した植栽器具や植栽効率向上の度合いなど様々であるが、普通苗の植栽と比較し植栽時間が短縮する結果を得た報告が多く見受けられる。

その一方で、斜面傾斜35~40°の粘性の高い土壌の場所で汎用の植え付け器を用いてヒノキコンテナ苗を植栽した場合、植穴掘りに時間がかかり普通苗の植栽よりも時間を要したこと(渡邊ら, 2013)、緩傾斜地において専用の植栽器具(スペード)を用いたスギコンテナ苗の植栽効率は普通苗の約2倍であったが、急傾斜地では結果が逆転したこと(小倉ら, 2013)、スギ及びビラマツコンテナ苗を専用の植栽器で植栽した場合に普通苗より1~3割時間が短縮したが、平均傾斜39°の急傾斜地ではコンテナ苗と普通苗の植栽時間の差が縮まったこと(福田ら, 2012)、あるいは比較的緩傾斜でも土壌中の礫によって、専用の植栽器具では植栽時間のうち植穴をあけるのに時間かかったこと(岩田, 2015)など、クワ以外の植栽器具を用いた場合、傾斜や土壌条件によっては植栽効率が向上しない、または効果が小さいことが報告されている。

本研究の試験地はいずれも平均傾斜が40~42°と傾斜が急であった。植栽器植え作業においては、傾斜によって斜面下方からの作業が困難な場合は、上側若しくは横側に移動して作業する状況や、土壌が固い・礫が多い場所では地面に何度も植栽器を突き刺し踏み



第4図 各試験地における作業員別・植栽方法別の苗木1本当たり植栽時間

※ 図中の()は、通常植えの平均に対する、他の植栽方法による各植栽区画ごとの最大・平均・最少植栽時間の割合を示す。植栽区画数は、試験地ウのコンテナ苗は作業員別・植栽方法別に各1区画、それ以外は各2区画である。

込んで植穴作成を試みる状況など、効率的に植栽できない状況が観察された。また、植栽器は地被物を除去する機能がないために手や足でこれらを取り除く必要があるなど効率的ではないと考えられた。以上のように、植栽器植えは土壌や傾斜などの条件によっては植栽効率が必ずしも向上しないことが確認できた。なお、急傾斜地で斜面下側に向かって植栽器を踏み込む作業等は、転落等の危険性も考えられ、適切な作業方法とはいえず、安全面の問題点も把握できた（第3図）。

これに対し、ひとクワ植えは、全ての植栽区画で通常植えの植栽効率を上回り、平均して8割程度の時間で植栽でき、植栽労務コストの縮減に有効であることがわかった。平坦地や緩傾斜地でのクワによる植栽は労働負担が大きい（山田，2015）との指摘もあり、別途検討の余地はあるものの、土壌や傾斜、地被物の多少などの条件や作業の安全性などを全般的に考慮すればコンテナ苗を植栽する場合の植栽器具としては、クワの汎用性が高いと判断される。

本研究の植栽試験に協力いただいた作業員は全員がコンテナ苗の植栽は初めてであったにも関わらず通常植えよりも植栽時間が短縮していた。未経験であったことを考慮すれば、今後コンテナ苗を植栽する経験を重ね熟練していくことで、更に植栽効率の向上が期待できると考えられる。

運搬する苗木は、背負い式の苗木袋に普通苗を60本詰めた状態の総重量5.3～5.4kgと比べ、苗カゴ2個にあわせて60本のコンテナ苗を積み込んだ状態の総重量は13.9～15.9kgと3倍程度重かった。根鉢はコンパクトとはいえ今回最も多く積み込んだ際の60本は300ccのコンテナ苗を一度に持ち運べる数量の限界に近いと考えられる。このため、従来と同じ作業方式で

苗木をコンテナ苗にただけでは運搬回数はやや増加すると見込まれる。苗木運搬に関しては、本試験と同様、苗木1本当たりの重量が裸苗より重いため人力で一度に持ち運べる量に制限がある（山田，2015）との指摘や、普通苗に比べて22%運搬時間が長くなったとする報告（福田ら，2012）がある。一方で、人力による苗木の下げ荷の運搬時間と運搬距離の関係は運搬重量に関係なく直線状に並び斜面傾斜が緩くなるほど運搬時間が短くなったとする報告（渡辺ら，2015）もあり、植栽予定地での路網整備や苗木の集積・保管場所などを工夫することによって運搬作業にかかる労務負担を軽減していくことは可能であると考えられる。

2 コンテナ苗の活着・成長

植栽から1成長期経過した秋の時点の活着率を第3表に示す。試験地ア、イでの活着率はコンテナ苗がそれぞれ97.9%、96.8%、普通苗が92.7%、94.6%であった。コンテナ苗の利点として活着率の高さがいわれており（遠藤，2007；岩井ら，2012）、本研究でもこれら2箇所の試験地ではコンテナ苗の活着率は96%以上と期待されたとおりの良好な結果となった。既往の研究でも、コンテナ苗の活着・生存率は、植栽適期に植栽後1年目のスギコンテナ苗の97.8%に対し普通苗は95.8%（山川ら，2013）、植栽後2年目のスギコンテナ苗の100%に対し普通苗は85.7%（岩井ら，2012）など、コンテナ苗の活着率が良好であったことが報告されている。

一方で、試験地ウの活着率は他の試験地と比べ低下した。植栽から2か月後の時点でのコンテナ苗の活着率は97.6%（普通苗は99.5%）と良好であったが、その後に枯死した個体が多く、全般的に厳しい生育環境

第3表 ヒノキコンテナ苗と普通苗の活着率

試験地	苗木種別	植栽本数 (本)	生存本数 (本)	活着不良 による 枯死本数 (本)	活着率 (%) (※)	獣害・誤伐被害の発生本数 (本)			
						獣害		誤伐	
						枯死 (C)	生存	枯死 (D)	生存
試験地 ア	コンテナ苗	96	93	2	97.9	—		1本 (1.0%)	6本 (6.3%)
	普通苗	96	89	7	92.7				3本 (3.1%)
試験地 イ	コンテナ苗	440	367	12	96.8	61本 (13.9%)	22本 (5.0%)		1本 (0.2%)
	普通苗	222	193	11	94.6	18本 (8.1%)	15本 (6.8%)		
試験地 ウ	コンテナ苗	167	121	45	72.9	1本 (0.6%)			2本 (1.2%)
	普通苗	209	186	23	89.0		6本 (2.9%)		2本 (1.0%)

※ 活着率(%)=B/(A-(C+D))、 獣害・誤伐被害を受けても生存する個体は生存本数に含めた。

であると考えられた。苗種別ではコンテナ苗が普通苗よりも低かったが、植栽時のコンテナ苗の状態は萎れや根鉢の乾燥・変形など外見上の異常はなく、植栽作業も指示どおりの方法であった。苗種ごとに植栽区画を設けているが、当試験地の一部に凸型地形があり、この場所はコンテナ苗の植栽に割り当てた区画に含まれていた。植栽器植え、ひとクワ植えの別によらず、この地形の辺りで枯死した個体の割合が高く、コンテナ苗の活着率が低かった要因として、試験地内の他の場所よりも風当たりが強いこと、乾燥しやすいことなど、生育環境の違いが影響したものと推察された。

コンテナ苗の活着率が低下した報告として、風衝地に植栽した1年目のヒノキコンテナ苗の24%が枯損し（普通苗の枯損率は22%）、その要因として31%が風倒被害（普通苗は24%）を受けたことによる活着不良が影響したこと、また、コンテナ苗の風倒被害についてはコンパクトな根系（根鉢）を地山に挿入して踏み固める植栽方法は土壌の埋め戻しが少なく風による苗木の動揺で根鉢が抜け出されやすいためと推測した。そして、その対策として風衝地におけるコンテナ苗の植栽はやや深植えなどの対策が必要と考察している（静岡県, 2013）。また、粘性の高い土壌条件の急傾斜地（最大傾斜 40° ）においてヒノキコンテナ苗を植栽し、植栽1成長期後の生存率は81.4%（普通苗は96.2%）となり、その原因として植え込みの程度が十分でなかった可能性、表土流亡に起因して根鉢が露出した可能性を挙げるとともに、土壌の性質や汎用の植え付け器による植栽方法のためにコンテナ苗（の根鉢）と植え穴の間にできた隙間が埋まりにくかったためと推測した。そしてこのような条件下では深植えの必要性を示唆した（渡邊ら, 2013）。専用の植栽器でカラマツコンテナ苗を植栽した報告でも急傾斜地（平均傾斜 39° ）で1成長期後の活着率が90.6%（普通苗96.9%）であった結果を示し、植栽時期や植栽方法の検証の必要性を示している（福田ら, 2012）。

本研究の試験地ウは傾斜が急（平均傾斜 42° ）であることに加え、凸型地形の場所においては風当たりも強く、特に乾燥しやすい条件であると考えられた。また、根鉢がコンパクトなコンテナ苗は風によって苗木が揺さぶられたことも活着に影響を与え、枯死する割合が高まったと推測された。

このような厳しい生育環境下での活着率向上を図るための対策として、試験地ウで枯損箇所に補植する際、やや深植え気味に植え付けを試みた。根鉢の長さより

やや深めに植穴を作成し根鉢の上部を土壌で覆って踏み固めた。なお、補植の際には唐クワを使用し、ひとクワ植えと同様の方法で補植した。補植は12月で従来の植栽適期とされる時期ではなかったが、翌年の成長休止期の時点で、補植した個体の活着率は97.8%で健全に生存していた。この結果は、深植えしたことによって、植栽した苗木が安定し風の影響を受けにくくなったこと、また、乾燥しやすい条件が緩和され活着率向上に寄与したものと考えられる。なお、当試験地でのコンテナ苗の補植作業は著者が実施したが、唐クワを用いたひとクワ植えで、数cm程度やや深めに植穴を作る作業は特段の負担増はなく、植栽効率の低下は招かないとの感触を得た。

本研究において3箇所の試験地でヒノキコンテナ苗の活着状況を調査し、2箇所では良好な活着率を示し、普通苗と比べて同等以上であった。残りの1箇所は乾燥や風衝地など厳しい生育環境の植栽地であったが、やや深植え気味に植栽することで良好な活着率を維持できる可能性を示すことができた。

次に、植栽後の平均樹高成長の推移を第5図に、平均地際直径成長の推移を第6図に示す。まず、試験地ア、イでは、コンテナ苗の植栽時の樹高は普通苗より小さく、各成長期の樹高成長量もコンテナ苗が小さかった。地際直径についても植栽時はコンテナ苗が普通苗より小さく、各成長期の成長量は普通苗と同等かそれ以下であった。試験地ウでは、植栽時の樹高はコンテナ苗が普通苗よりも大きかったが、成長量は普通苗の方が大きく、植栽から2成長期経過後の樹高は普通苗の方が大きくなった。前述のとおり、コンテナ苗を植栽した箇所の一部で生育環境が他より厳しいことが、樹高成長が抑制された一因と推測できる。地際直径はほぼ同等の成長量を示した。

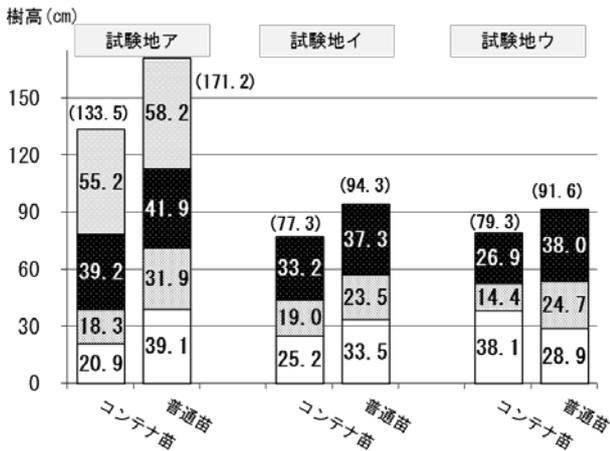
コンテナ苗導入当初、根鉢付き苗のため植え付け後早期に成長を開始するとともに初期成長にも優れるとされ、それによって従来の苗木よりも早く雑草木高を抜け出し下刈り回数が削減できると期待されていた（山田, 2015）。しかし、植栽後の成長について普通苗との比較・検証がなされるようになり、スギでは、植栽後1年目の成長量は普通苗と同程度（山川ら, 2013）、植栽後2年間の成長量は普通苗とほぼ同じ（岩井ら, 2012）、ヒノキでは、植栽1年目の成長量は普通苗と差がなく2年目はコンテナ苗の樹高成長が劣った植栽地の事例（静岡県, 2015）などが報告されている。実情としては、成長に関しては期待どおりにはいって

ない(山田, 2015)とされており、本研究で植栽したヒノキコンテナ苗の植栽後の成長についても、普通苗に対する優位性は確認できなかった。

スギに関しては、植栽時の苗木の形状比(苗高/地際直径)がその後の成長に影響することがわかってきている(宇都木ら, 2015; 山田, 2015)。コンテナ苗は、狭い育苗スペースで効率的に多くの苗を生産できる反面、育苗中の苗間が狭く苗木が細長くなる(形状比が大きくなる)傾向があり、こうした苗木は成長の初期段階では直径成長を優先させ、形状比を低下させてから樹高成長を進める(宇都木ら, 2015; 山田, 2015)とされている。本研究で供試したヒノキについても、形状比と成長の関係を、2013年春に植栽した試験地イ、ウの植栽時及び各成長期後の毎木調査結果を例に検討した。植栽時の形状比(樹高/地際直径)別の個体数および植栽1年目の平均樹高成長量を第7図に、植栽後

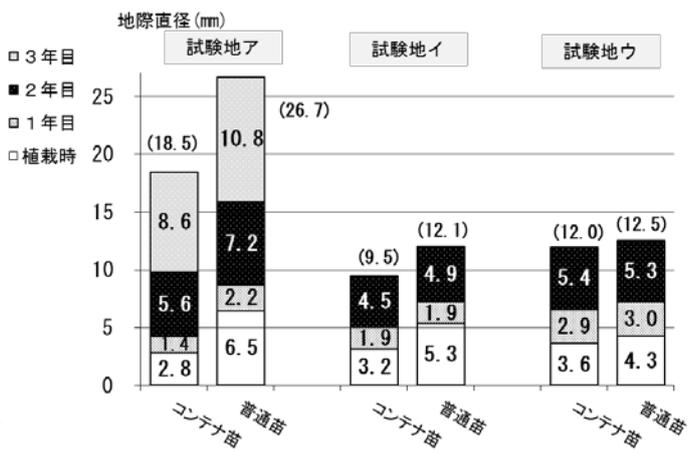
の形状比(平均)の推移を第8図に示す。植栽時の形状比は、試験地イ、ウで苗種別にコンテナ苗がそれぞれ80.1、105.1、普通苗がそれぞれ65.3、68.6とコンテナ苗の値が大きく、細長い形状であることが分かった。普通苗は両試験地とも3/4以上の個体が50以上80未満の間に含まれていたが、コンテナ苗では形状比90以上の割合がそれぞれ29%、69%と最も多かった。また、コンテナ苗は形状比が大きくなるにつれて樹高成長量が小さくなる傾向を示しており、形状比の大きい個体が多いことが、平均樹高成長が小さいことに影響していた。植栽時のコンテナ苗の形状比が特に高かった試験地ウでは、成長の初期段階では直径成長を優先させる傾向が顕著に表れたものと考えられた。

植栽時の形状比とその後の成長の関係について、スギでいわれた指摘と同様のことが、ヒノキでもいえることが分かった。形状比が60以上70未満では、コン



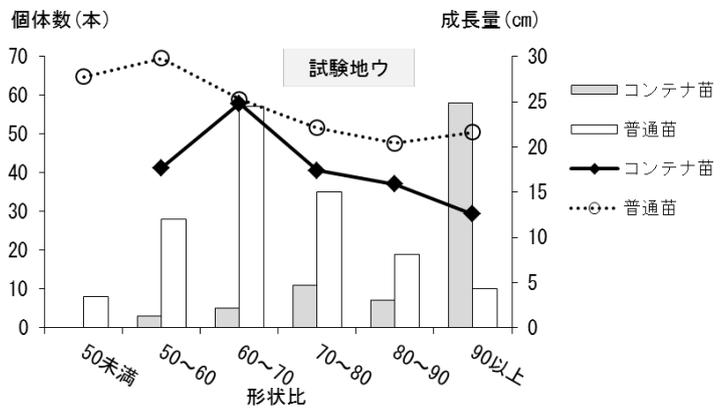
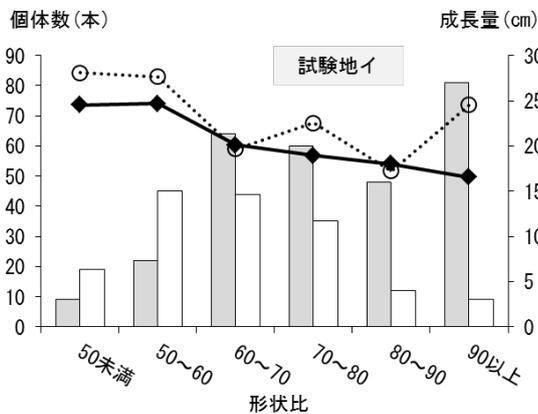
第5図 樹高成長の推移

※ 棒グラフ上部の括弧書きは最終調査時の樹高、棒内の数値は、植栽時の樹高と各年の成長量を示す。



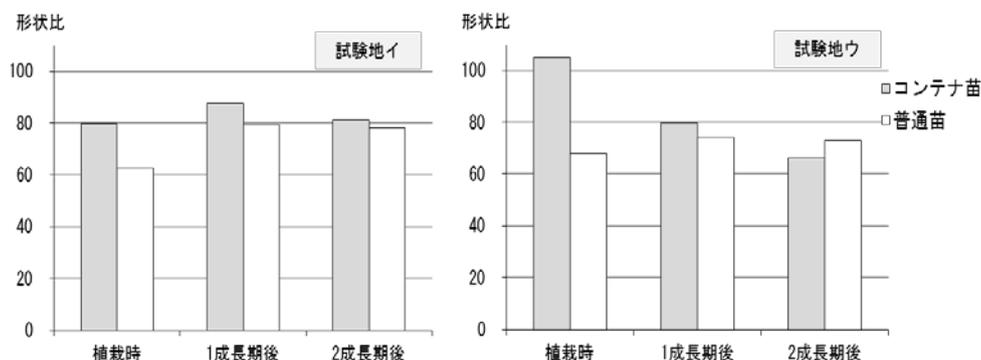
第6図 地際直径成長の推移

※ 棒グラフ上部の括弧書きは最終調査時の樹高、棒内の数値は、植栽時の樹高と各年の成長量を示す。凡例は、第5図参照。



第7図 植栽時の形状比(樹高/地際直径)別の個体数および植栽1年目樹高成長量

※ 棒グラフは個体数、折れ線グラフは成長量を表す。



第8図 形状比（樹高/地際直径）の推移

テナ苗と普通苗は同等の成長量を示しており、今後は、直径成長を促して形状比を抑えたコンテナ苗を効率的に生産する育苗技術の開発が求められる。

これまでの調査結果を基に、コンテナ苗植栽のコスト試算を行った。なお、成長については現時点で優位性はなく下刈り期間の短縮は見込めないことから試算から除外した。現在本県で一般的な普通苗の3,000本/ha植栽は試験当時（2014年）の標準的な歩掛を使用することとし、コンテナ苗の植栽コストについては、本研究における植栽効率の結果等を用いて試算した（第4表）。

コンテナ苗の植栽にかかる労務コストは植栽効率の向上により縮減するが、苗木代が大きく増加するため、従来の施業方法のままで普通苗をコンテナ苗に置き換えただけでは植栽コストの低減にはつながらない結果となった。植栽密度や苗木価格を仮定した上で試算したところ、植栽密度を低減し2,000本/ha植栽したと仮定した場合、あるいはコンテナ苗価格が100円/本と

仮定した場合に、従来の普通苗3,000本/ha植栽と同程度のコストになると試算された。

現状では苗木価格が普通苗の2倍と高いことが植栽コストに大きく影響しており、今後、コンテナ苗の生産コストの低減に向けた技術開発が望まれる。植栽効率の向上や活着の良さなどコンテナ苗の利点を活かしてコストを低減していくためには、コンテナ苗価格の低減や低密度植栽導入の検討など、育苗から植栽までの作業を通して低コスト化を図る必要があると考えられた。

3 コンテナ苗の時期別植栽

近年、再造林の低コスト化の方策として、伐採から植栽までを一連の作業として行う「一貫作業システム」が注目されている（山田，2015）。当システムは、伐出作業で使用する林業機械を地拵えや苗木運搬にも活用することによって省力化・低コスト化が期待されている（今富，2011）が、伐出作業は従来の植栽適期に限らず行われるため、植栽可能な期間が長いとされるコンテナ苗の活用が必須といわれている（今富，2011；山田，2015）。

コンテナ苗は時期を選ばずに植栽できるといわれているが、すぎでは12月・2月・5月・8月・10月に植栽し、いずれの植栽時期でも高い活着率が得られることが実証されている（山川ら，2013）。ヒノキに関しても、8月・10月・5月に植栽し、植栽2か月経過時点では普通苗よりも健全な個体の割合が高く、枯死率も低かった（奥田，2015）ことが示されるなど検証が進められており、本研究においても事例の蓄積に寄与するためヒノキのコンテナ苗を5月・8月・10月・12月に植栽し、活着率を調査した（第5表）。

コンテナ苗の活着不良による枯死は12月に植栽したうちの1本のみで、いずれの時期に植栽しても活着

第4表 コスト試算結果（単位：万円/ha）

試算区分	従来 の 施業		本研究等に 基づく試算	
	普通苗 3000本/ha 植栽	コンテナ苗 3000本/ha 植栽	植栽密度・苗木価格 を仮定しての試算	コンテナ苗 3000本/ha 植栽 (苗木価格 100円/本)
地拵え	37.2	37.2	37.2	37.2
苗木代	31.1	62.2	41.5	32.4
運搬	2.4	3.9	2.6	3.9
植栽	24.0	19.2	12.8	19.2
その他	7.1	9.2	7.1	7.0
計	101.8	131.7	101.1	99.7

試算根拠

ヒノキ コンテナ苗 192円/本、普通苗 96円/本(税抜)

普通作業員 14,300円/人・日

コンテナ苗植栽時間は普通苗比 0.8

コンテナ苗運搬時間は普通苗比 1.67

(運搬本数はコンテナ苗60本/回、普通苗100本/回と仮定し、100/60=1.67とした)

率は良好であった。対照として植栽した普通苗についても、5月と10月に植栽したうちの各1本が活着不良で枯死したのみで活着は良好であった。また、活着した個体は苗木の種別によらず、すべて健全であった。コンテナ苗だけでなく根鉢のない普通苗も高い活着率を示したが、各時期に供試した本数が少量で、植え付け作業時に根の乾燥防止に十分配慮できたこと、根が乾きだす前に短時間で植栽できたことが影響していると推測される。

コンテナ苗の植栽地での取り扱いについて検討した報告では、秋期にコンテナ容器から抜き取ってメッシュ袋に入れたスギコンテナ苗を植栽予定の皆伐跡地などに置き、乾燥防止に枝条で覆った状態で1週間から1ヶ月程度保管した後に植栽したところ、半年後の活着率は95~100%と植栽地で1ヶ月程度の保管ができることが示されている(藤本ら, 2015)。夏期や厳寒期における現地保管については今後検討を要するが、植栽予定地で簡易な方法で保管した後に植栽しても良好な活着率を維持できたことは、一定時間以上植栽せず現地に保管するときには仮植しておく必要がある普通苗(山田, 2015)と比べ、現地での苗木の取り扱いの利便さの面でメリットとなる。伐出作業時に機械を活用してコンテナ苗を運搬・保管しておき、伐出作業の進捗状況や投入する労務量の配分等に応じて植栽作業を行っていく、といった作業でコンテナ苗を活用するメリットが特に大きく発揮されるものと考えられる。本研究ではヒノキコンテナ苗を、時期を変えて植栽

した結果、いずれも良好な活着率を示し、通年植栽が可能であると考えられた。なお、夏期に植栽する場合や伐出作業の合間に植栽する場合などは、作業に従事する作業員の労働負担についての配慮も必要である。

コンテナ苗の利点とされていた植栽効率の向上や植栽時期を問わない活着の良さなど、本研究で植栽したヒノキでも実証された。一方で、苗木価格の低減に向けた育苗技術の開発の必要性も課題として明らかとなった。今後、コンテナ苗を活用して造林コストを低減していくためには、伐採から植栽までを一体的に行う作業システムの導入や低密度植栽の検討など、育苗から植栽までを見据え、初期造林コストの低減を図っていくことが重要であると考えられた。

摘要

本研究では、再造林初期の低コスト化が期待されているコンテナ苗の有効性を、本県の主要な植栽樹種であるヒノキを用いて検証した。その結果、コンテナ苗は、従来の普通苗と比べ、平均で8割程度の時間で植栽でき、労務コストの縮減に有効であった。植栽後の活着率は、普通苗と比べ同等以上と良好であったが、成長に関しては優位性が認められなかった。コスト試算の結果、コンテナ苗は植栽効率の向上により労務コストは低減するが、苗木価格が高く、現時点ではコンテナ苗 2,000 本/ha 植栽で従来の普通苗 3,000 本/ha 植栽と同等のコストとなることが分かった。コンテナ

第5表 コンテナ苗及び普通苗の植栽時期別の活着率

試験地	苗木種別	植栽時期 (2013年)											
		5月			8月			10月			12月		
		植栽本数(本)	枯死本数(本)	活着率(%)	植栽本数(本)	枯死本数(本)	活着率(%)	植栽本数(本)	枯死本数(本)	活着率(%)	植栽本数(本)	枯死本数(本)	活着率(%)
試験地 ア	コンテナ苗	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	0	100
	普通苗	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	0	100
試験地 イ	コンテナ苗	20	0	100	20	0	100	20	0	100	14	0	100
	普通苗	10	0	100	10	0	100	9	1	88.9	—	—	—
試験地 ウ	コンテナ苗	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46	1 (1)	97.8
	普通苗	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23	0	100
センター 構内	コンテナ苗	15	0	100	15	0	100	15	0	100	15	0	100
	普通苗	15	1	93.3	15	0	100	15	0	100	15	0 (1)	100
合計	コンテナ苗	35	0	100	35	0	100	35	0	100	82	1 (1)	98.8
	普通苗	25	1	96.0	25	0	100	24	1	95.8	49	0 (1)	100

※1 枯死本数の()は、獣害(ウサギの食害)若しくは誤伐で枯死した本数で外数、活着率の計算から除外した。

※2 活着率の調査時点は、5月及び8月植栽は植栽年の成長休止期、10月及び12月植栽は植栽翌年の成長休止期とした。

※3 センター構内の8月植栽に記載のものについては、実際には7月30日に植栽しているが、区分の便宜上、「8月植栽」として整理した。

苗は植栽適期とされない時期に植栽した場合でも活着率が良好であることが実証され、通年活用が可能と考えられた。今後は、苗木価格の低減に向けた育苗技術の開発が求められる。

引用文献

- 遠藤利明. 2007. コンテナ苗の技術について. 山林. 1478 ; 60-68.
- 遠藤利明・山田健. 2009. JFA-150 コンテナ苗育苗・植栽マニュアル. p. 74-90. 平成 20 年度低コスト新育苗・造林技術開発事業報告書. 林野庁.
- 藤本浩平・渡辺直史. 2015. 大型製材工場に対応した原木の供給と皆伐後の更新推進に関する研究（コンテナ苗の現地保管および植栽試験）. 平成 26 年度高知県立森林技術センター研究成果報告書. 19-20.
- 福田達胤・松尾亨・渡辺貞幸・木戸口佐織. 2012. 国連携によるコンテナ苗の実証試験と普及. 平成 23 年度森林・林業技術交流発表集 ; 113-117.
- 今富裕樹. 2011. スギ再造林の低コスト化を目指した技術開発—伐採・地拵え・植栽の一貫作業による低コスト化—. 現代林業. 542 ; 52-55.
- 岩井有加・大塚和美・長谷川尚史. 2012. スギコンテナ苗の形態的特徴と植栽後の成長. 現代林業. 551 ; 40-44.
- 岩田若菜. 2015. スギコンテナ苗の植栽工程と植栽 1 年後の成長. 島根県中山間地域研究センター研究報告. 11. 39-44.
- 小倉晃・千木容・小谷二郎・池田虎三・間明弘光. 2013. 石川県におけるマルチキャビティコンテナ苗の植栽コスト事例. 石川県林試研報. 45 ; 20-22.
- 奥田史郎. 2015. 低コスト再造林のためのヒノキコンテナ苗を活用した植栽試験—岡山県新見市での事例—. 平成 26 年度森林・林業交流研究発表集録 ; 109-112.
- 林野庁. 2008. 平成 19 年度低コスト新育苗・造林技術開発事業報告書. 林野庁.
- 林野庁. 2015. 平成 27 年版森林・林業白書. p. 99-105. 全国林業改良普及協会.
- 静岡県. 2013. 平成 24 年度静岡県農林技術研究所成績概要集（森林・林業編）. p. 53-74. 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター.
- 静岡県. 2015. 平成 26 年度静岡県農林技術研究所成績概要集（森林・林業編）. p. 23-54. 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター.
- 宇都木玄・壁谷大介・田中良明・鹿又秀聡・八木橋勉・駒木貴彰・大石康彦・北原文章. 2015. 一貫作業システムの切り札 コンテナ苗の植栽試験結果. 森林総合研究平成 27 年版研究成果選集 : 6-7.
- 渡邊仁志・臼田寿生・茂木靖和. 2013. ヒノキ 2 年生コンテナ苗の植栽工程と初期生存率. 岐阜県森林研究所研究報告. 42 ; 19-24.
- 渡辺直史・藤本浩平・徳久 潔. 2015. 低コスト育林技術の開発. 高知県立森林技術センター研究報告. 39 : 46-82.
- 山田健・落合幸仁・岡勝. 2013. コンテナ苗の植栽器具と植栽作業能率. 低コスト再造林の実用化に向けた研究成果集. 14-15.
- 山田健. 2015. コンテナ苗の特徴—育苗・造林技術の動向. p. 15-64. 山田健ら共著. コンテナ苗その特長と造林方法. 全国林業改良普及協会.
- 山川博美・重永英年・久保幸治・中村松三. 2013. 植栽時期の違いがスギコンテナ苗の植栽後 1 年目の活着と成長に及ぼす影響. 日林誌. 95 : 214-219.

伐倒を伴わないカシノナガクイムシ逸出抑制法の開発

杉本 博之

Development of Escape Suppression Method without Felling for *Platypus quercivorus* (Murayama)

Hiroyuki SUGIMOTO

Abstract : Japanese oak wilt caused by the oak platypodid [*Platypus quercivorus* (Murayama)], the vector of a pathogenic fungus, has resulted in serious damage to *Quercus serrata* in some areas of the Yamaguchi Prefecture. Therefore, confirmation tests were conducted to elucidate a method for escape suppression of this insect without felling using an adhesive material to reduce damage. According to our experimental results to date, the suppression rate of escape of this insect was highest when constructing a gap between the material and trunk using a nonwoven fabric with adhesive materials. On the basis of these findings, the processing part of the trunk was wound in a spiral around a rope of 10-mm diameter and played the role of a spacer. The lower processing part of the trunk was covered with a wire mesh. The entire processing part was covered with a nonwoven fabric with adhesive materials. The effects of escape suppression of this insect using this method was evaluated by comparing the suppression rates of four different treatment areas with the control, such as processing without a spacer and spacer using only rope. As a result, the escape suppression rate of this insect using a wire mesh was $\geq 81\%$, whereas using a combination of the nonwoven fabric with adhesive materials improved escape suppression rate to $\geq 92\%$. The combination of the nonwoven fabric with adhesive materials, wire mesh, and the spacer using a rope can be used as a stable escape suppression method for this insect.

Key Word : adherent material, Japanese oak wilt, *Quercus serrata*, spacer

キーワード : コナラ、ナラ枯れ被害、粘着資材、スペーサー

諸言

ナラ枯れは、病原菌を伝播する体長 5mm 程度のカシノナガクイムシ (*Platypus quercivorus* (Murayama) : 以下、カシナガとする) がミズナラやコナラなどのブナ科樹木に大量に穿入し、枯損させる伝染病である。最初にカシナガは高齢の大径木に穿入・繁殖し、翌年、その木から多くの虫が発生し、周辺部に被害が広がる (杉本, 2012)。しかし、穿入された全ての木が枯死するのではなく、枯死せずに生き残る個体 (以下、穿入生存木とする) も生じる。その穿入生存木は、カシナガの好まない木となるため、穿入

を受けにくくなり、枯死しにくい木となる (江崎ら, 2002)。ナラ枯れは林分の木が枯死木か穿入生存木等カシナガの好まない木かどちらかになると被害は終息する (杉本, 2012)。枯死木になるか穿入生存木になるかの分かれ目は、穿入密度が 200 孔/m² 程度であると推察されており、m² 当り穿入数が 200 孔以上であれば枯死木になり、それ以下では穿入生存木になることになる (小林・野崎, 2006)。よって、林木を枯死させずにナラ枯れの被害を終息させるためには、林分のカシナガの密度を抑制し、故意に穿入生存木を創出する方法が考えられる。

カシナガは枯死木だけでなく、穿入生存木からも

しばしば大量に発生する（小林ら，2014）ため、枯死木のみならず、穿入生存木への対策も必要になる。しかしながら、穿入生存木は大径木であることや景観上の理由などから残存を望まれるケースが多い。また、カシナガは根元付近に穿入が集中する特徴がある（井上ら，1998；周藤ら，2001；小林・野崎，2003）ことから、伐倒せずに根元に穿孔したカシナガの発生を抑制する方法が研究されている。伐倒しない方法の一つとして、ビニールシートを被害木に巻き、カシナガの逸出を抑制する方法等が開発されている（小林ら，2001）。しかしながら、この方法では羽化したカシナガがビニールシートから外に逸出できないため、発生木に再穿入し、枯死が発生する可能性があることが指摘されている（小林・吉井，2014）。そこで羽化したカシナガの再穿入を防ぎ、逸出を抑制する資材として粘着資材が開発され、その資材を利用したカシナガの逸出抑制法について試験が実施されている（西垣・塩見，2013；福田ら，2013・2014；小林ら，2014）。

筆者らは2012年からカシナガ逸出抑制法について試験を実施し、不織布製粘着資材の利用および資材と幹の間のスペーサー設置の有効性を見出した。

そこで、本報告では2014年に上記条件を考慮した試験を実施し、伐倒を伴わないカシナガの逸出抑制法として有効性を確認したので報告する。

なお、本研究は中国五県の研究機関とアース製薬㈱の共同で試験を実施したが、本報告は山口県で実施した結果のみを取りまとめたものである。

本研究の実施にあたり、ご協力をいただいた関係者の皆様に、また、調査に協力いただいた宗野俊平樹木医、清水和也氏に厚く感謝の意を表す。

材料及び方法

1 試験場所、供試木及び実施期間

試験はナラ枯れ被害が発生している旧田万川町で行った。各試験区の供試木は第1表のとおりである。施工はカシナガ発生前の2014年5月2日に行い、調査は資材回収日の9月8日まで行った。

2 使用資材及び施工法

粘着資材は、アース製薬㈱製の粘着面が0.2m×1.0mのシート状の不織布製資材（商品名：かしながホイホイフリー；以下、資材Aとする）と紙製資材（商品名：か

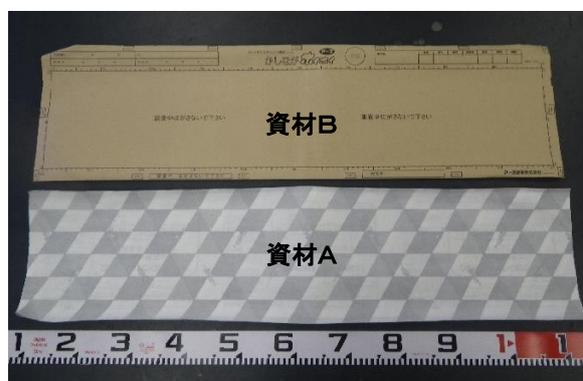
しながホイホイ；以下、資材Bとする）を使用した（第1図）。スペーサーには、径10mmのPPロープ（以下、紐とする）及び幹にできる空間をより大きくするために幅91cmのビニール被覆亀甲金網（以下、網とする）を使用した。

施工法は、幹の根元に網を巻き付け、網を巻いていない幹上部から10cm間隔で螺旋状に上部から網の周囲を含め、根元まで紐を巻き付けた（第2図a）。その上から粘着面を内向きにして粘着資材を貼り付けた。粘着資材は根元から幹上部に向かって、隙間なく貼り付け、ガンタッカーで固定した（第2図b）。根元部分の粘着資材の裾は土等で埋設した。この施工法で2種類の粘着資材で試験を行い、全てに資材Aを使用したものをA網区とし、網部分のみ資材Bを使用し、その他の部分に資材Aを使用したものをB網区とした（第2図c）。また、網を使用せず、紐だけを同様に螺旋状に幹に巻き付け（第2図d）、粘着資材に資材Aを用いたものをA紐区とし、資材Aを幹に直接貼り付けたものをA直区とした。2013年は紐のみを用いて試験を実施した（林ら，2014）が、幹にできる空間をより大きくするために網を用いた。上記4区でカシナガ逸出抑制法の試験を実施した。

第1表 各逸出抑制法における資材組合せと供試木概要

No.	試験区	資材組合せ	本数	平均胸高直径(cm)
1	A網区	資材A・紐・金網	4	32.0
2	B網区	資材A・B(金網部)・紐・金網	4	32.6
3	A紐区	資材A・紐	4	34.5
4	A直区	資材A	4	34.9

※ 資材A:不織布製粘着資材
資材B:紙製粘着資材
紐:PPロープ10mm



第1図 試験に利用した粘着資材
(上:資材B、下:資材A)



第2図 資材施用法

a:金網使用時のスぺーサー b:資材A施用時
c:資材B施用時 d:紐のみのスぺーサー

3 調査方法

2014年5月30日に粘着資材から逸出したカシナガを捕獲するため、捕虫器を付けた黒布で樹幹を取り囲む羽化トラップ（以下、トラップとする）を設置した。トラップの裾は埋設し、上部は紐を結んだ後に布テープを数周巻き付け、隙間を無くした（第3図a）。トラップの素材は、遮光率99.5%の防草シートを使用し、その一カ所に光に集まるカシナガを捕獲するため8cm×8cmの穴を開け、その先に捕虫器を取り付けた（第3図b）。捕虫器には捕獲したカシナガが腐敗しないようにプロピレングリコールを100ml入れた。トラップの設置期間は2014年5月30日から9月4日までで、その間約2週間間隔で捕虫器を交換した。交換した捕虫器を当センターに持ち帰り、捕獲したカシナガの頭数を数えた。

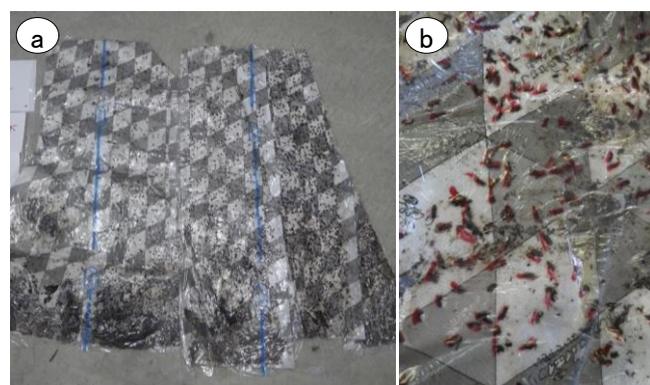
2014年9月4日にトラップを回収し、2014年9月8・9日に各試験区の粘着資材を回収した。粘着資材は、透明なマルチシートに貼り付け、林業指導センターに持ち帰り、カシナガの付着頭数を数えた（第4図）。

捕虫器での捕獲頭数と粘着資材での付着頭数を総捕獲数とし、以下の式でカシナガの逸出抑制率を算出し、各試験区の逸出抑制率を比較し、本方法の効果を検証した。

$$\text{逸出抑制率 (\%)} = \frac{\text{付着頭数}}{\text{総捕獲頭数}} \times 100$$



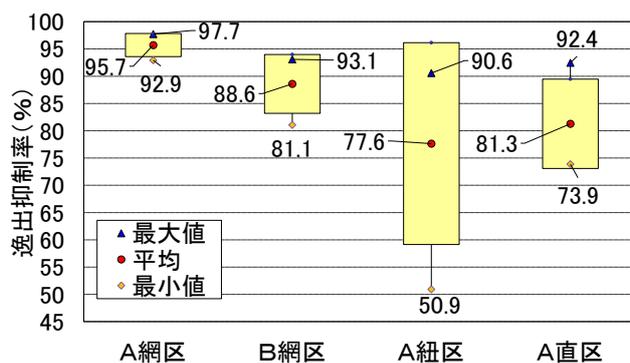
第3図 トラップ設置状況 (a:トラップ b:捕虫器)



第4図 回収後粘着資材 (a:回収状況 b:付着状況)

結果

各試験区のカシナガ逸出抑制率を第5図に示す。図に示すとおり、各試験区とも最大値は90%を越す値を示しているが、網を使用しないA紐区とA直区は逸出抑制率の値が分散しており、それぞれ最小値が50.9%と73.9%で、平均が77.6%、81.3%となった。一方、網を使用したB網区は、逸出抑制率が81.1%以上で、平均が88.6%となり、A網区は、92.9%以上、平均95.7%となった。網を使用した試験区が使用しない試験区よりも逸出抑制率が高く、また、粘着資材は不織布の方がいい結果となった。



第5図 各試験区のカシナガ逸出抑制率

摘要

山口県内の一部地域において、病原菌を持つカシナガの穿孔によって起こるナラ枯れが発生し、コナラに重大な被害をもたらしている。そのため、被害を減少させるための手段として粘着資材を利用した伐倒を伴わないカシナガの逸出抑制法の試験を実施した。これまでの試験結果から、不織布製粘着資材を用い、粘着資材と樹幹の間に隙間のある施工法がカシナガの逸出抑制率は高くなった。それらの知見をもとに、スペーサーとして、樹幹部は10mm径のロープを螺旋状に巻きつけ、根元部は金網で被覆し、さらにその上から不織布製粘着資材で全体を被覆した。カシナガ逸出抑制法の効果は、スペーサーとしてロープだけを用いたものやスペーサーなしの処理など対照として4つの処理区を設け、それぞれの抑制率と比較し検証した。その結果、カシナガの脱出抑制率は、金網を使用した場合81%以上で、不織布製粘着資材と組み合わせた場合、92%以上に向上した。不織布製粘着資材と金網のスペーサーの組み合わせが、安定したカシナガの逸出抑制法として利用できることが分かった。

引用文献

- 江崎功二郎・鎌田直人・加藤賢隆・井下田寛. 2002. カシナガキクイムシの穿孔と枯死木拡大経過. 森林防疫 51. 132-135
- 福田秀志・森川尚季・小堀英和・衣浦晴生. 2013. 愛知県知多半島で行ったナラ枯れの総合防除とその効果(Ⅲ). 樹木医学研究 17 : 51-53
- 福田秀志・平田晋一・小堀英和・衣浦晴生. 2014. 改良された防除法の効果と知多半島における被害状況. 樹木医学研究 18 : 118-119

考察

2012年から粘着資材を用いたカシナガの逸出抑制法について試験を実施した。2012年は新たに試作された粘着資材の検証等を実施し(宮本ら, 2013)、2013年は前年の試験の結果から粘着資材の改良と施工法の改善点を考慮した試験を実施した(林ら, 2014; 杉本ら, 2014)。その結果、粘着資材は不織布製のもの、施工する際には幹と粘着資材の間にスペーサーを使用し、空間を設けることがカシナガの逸出を抑制するには有効である可能性が見出されたことから本試験を実施した。

その結果、根元に網を使用した場合は安定した逸出抑制率を示したが、網を使用しない場合は逸出抑制率が不安定であった。これは幹と粘着資材との空隙が小さいため、蟻道等による粘着面の汚れや樹幹流による劣化などから、カシナガが粘着面に付着しにくくなり、逃れ出る確率が高くなることが原因ではないかと示唆された。

中国五県全体でも直接粘着資材を貼り付けるよりも根元に網等を利用し空隙を設ける方が逸出抑制率は高くなった(三枝ら, 2015)。このことから、不織布製の粘着を利用し、網等のスペーサーを設けることで立木から発生するカシナガの逸出を抑制することができると思われる。

近年、様々なナラ枯れ防除法が開発・実践されており、今回、開発した方法がその総合防除の一つのオプションとして利用できればと考える。

- 林 晋平・池本省吾・杉本博之・三枝道生・亀井幹夫・塩見晋一・橋本道明. 2014. 粘着シートを用いたナラ枯れ防除試験 (2). 第 125 回日本森林学会大会学術講演集 : 268
- 井上牧雄・西垣眞太郎・西村徳義. 1998. コナラとミズナラの生立木、枯死木および丸太におけるカシノナガキクイムシとヨシブエナガキクイムシの穿入状況と成虫逸出状況. 森林応用研究 7 : 121-126
- 小林正秀・萩田 実・春日隆史・牧之瀬照久・柴田 繁. 2001. ナラ類集団枯損木のビニールシート被覆による防除. 日本森林学会誌 83(4) : 328-333
- 小林正秀・野崎愛. 2003. ミズナラにおける地上高別のカシノナガキクイムシの穿入孔数と成虫脱出数. 森林応用研究 12 : 143-149
- 小林正秀・野崎愛. 2006. カシノナガキクイムシの脱出数と枯死本数の推定. 森林防疫 55 : 2-16
- 小林正秀・吉井優・竹内道也. 2014. ペットボトルを利用したカシノナガキクイムシの大量捕獲-京都市船岡山での事例-. 森林防疫 63(1) : 11-21
- 小林正秀・吉井優. 2014. ブナ科樹木萎凋病 (ナラ枯れ) の防除法. 森林防疫 63(2) : 3-14
- 宮本和則・杉本博之・三枝道生・亀井幹夫・林 晋平・宮本 眞. 2013. 粘着シートを用いたナラ枯れ防除試験. 第 124 回日本森林学会大会学術講演集 : 157
- 西垣眞太郎・塩見晋一. 2013. 粘着トラップによるカシノナガキクイムシ駆除の可能性. 森林防疫 62(4) : 14-21
- 三枝道生・涌嶋 智・池本省吾・林 晋平・杉本博之・橋本道明. 2015. 粘着シートを用いたナラ枯れ防除試験 (3). 第 126 回日本森林学会大会学術講演集 : 287
- 杉本博之. 2012. 山口県におけるナラ枯れ被害の現状. 林業と薬剤. 1-6.
- 杉本博之・宗野俊平・橋本道明. 2014. 粘着資材を利用したカシノナガキクイムシの脱出抑制法. 第 58 回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨集. 194
- 周藤成次・富川康之・扇 大輔. 2001. 島根県におけるコナラの集団枯死被害とカシノナガキクイムシの寄生・脱出. 島根県林業技術センター研究報告 52. 1-10

山口県農林総合技術センター研究報告投稿規程

平成 21 年 6 月 1 日制定

平成 25 年 2 月 1 日改正

平成 26 年 7 月 16 日改正

1 目 的

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

2 投 稿 者

投稿者は、山口県農林総合技術センターの研究職員または当センターの研究職員であった者に限る。ただし、共同執筆者に前記以外の者を含むことは差しつかえない。

3 論 文

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

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

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

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

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

4 原稿の作成及び提出

(1) 研究報告に投稿する論文は、別途定める作成要領に基づいて作成するものとする。その論文のページ数は、図表を含め原則として原稿 10 ページ以内とし、短報は 2 ページとする。

(2) 研究報告に投稿する論文は、担当編集委員の校閲を受けた上で、編集委員会で定めた日までに編集委員会事務局に提出しなければならない。

(3) 特別研究報告に投稿する論文は、別途定める作成要領に基づいて作成するものとする。

(4) 特別研究報告に投稿する論文は、随時編集委員会事務局へ提出できる。

5 投稿された論文の掲載採否及び順位

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

(2) 特別研究報告は、編集委員会において投稿された論文の採否の案を作成し、所長が決する。

6 校正及び印刷

(1) 研究報告または特別研究報告に投稿された論文は、編集委員会が必要と認めた場合、著者に原稿または図・表の校正を要求し、あるいは説明を求めることができる。

(2) 研究報告または特別研究報告に投稿された論文の著者による校正は原則として初校のみとし、文章、図・表の改変や追加は原則として認めない。

(3) 研究報告に投稿された論文は、編集委員会での内容に基づき報文と短報の区分替えを行うことができる。

7 その他

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

附則

- 1 平成 25 年 2 月 1 日改正は平成 25 年 4 月 1 日から施行する。
- 2 平成 26 年 7 月 16 日改正は平成 26 年 8 月 1 日から施行する。

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

編集委員長
Chairman

角田佳則
Yoshinori SUMIDA

編集委員

佐川 雅彦
Masahiko SAGAWA

西 一郎
Ichirou NISHI

尾本 芳昭
Yoshiaki OMOTO

惠本 茂樹
Shigeki EMOTO

谷崎 司
Tsukasa TANIZAKI

三好 雅和
Masakazu MIYOSHI

重田 進
Susumu SHIGETA

元永 利正
Toshimasa MOTONAGA

刀禰 茂弘
Shigehiro TONE

藤井 史久
Fumihisa FUJII

田村 靖
Yasushi TAMURA

山口県農林総合技術センター研究報告
第7号

発行日 2016年3月

発行 山口県農林総合技術センター
〒753-0231 山口県山口市大内氷上一丁目1番1号
TEL 083-927-0211
FAX 083-927-0214
