



Y-CROST
Comprehensive Research Organization for Science and Technology
Yamanashi Prefectural Government

山梨県総合理工学研究機構 研究報告書 第9号



第
9
号

Y-CROST Research Report No.9 (2014)

山梨県総合理工学研究機構研究報告書

第 9 号

Y-CROST

Research Report No. 9 (2014)

目 次

はじめに

研究課題及び研究体制

研究成果報告

1 生物利用型水質浄化システムの構築と応用に関する研究	
生物利用型水質浄化システムの構築と応用に関する研究	1
2 果実の収穫適期の把握と専用カラーチャートの開発	
1) スモモ‘サマービュート’および‘サマーエンジェル’の収穫適期の把握と専用カラーチャートの開発	11
2) 赤色系ブドウ専用カラーチャートの開発	17
3 農畜産物の流通形態に対応した鮮度保持技術に関する研究	
1) 氷温貯蔵によるモモ果実の品種別鮮度保持効果と出庫後の温度管理	21
2) 香港の中秋節に向けたモモの輸出実証試験	27
3) モモ果実の香気に及ぼす貯蔵の影響	31
4) キノア茎葉の2回刈り多収栽培技術	35
4 LED単波長光照射が動植物の生体に及ぼす影響と利用技術に関する研究	
動植物への単波長照射に適したLED光源の開発（第2報）	39
5 タケ資源の有効利用に関する研究	
タケ資源の有効利用に関する研究	43
6 クニマスの生態解明及び増養殖に関する研究	
クニマスの生態解明及び増養殖に関する研究（第2報）	49
7 富士北麓水資源の保全と活用のための水文科学的研究	
富士北麓水資源の保全と活用のための水文科学的研究	67
8 山梨県固有のデザインソースの編集とアーカイブ構築	
山梨県固有のデザインソースの編集とアーカイブ構築	87
9 アニオン交換型燃料電池用電解質膜の研究開発	
アニオン交換型燃料電池用電解質膜の研究開発	93

資 料

1 平成25年度山梨県総合理工学研究機構の活動	101
別表1 総合理工学研究機構運営委員会委員名簿	102
別表2 山梨県総合理工学研究機構テーマ等調整会議構成員名簿	102
2 平成25年度山梨県総合理工学研究機構組織図	103
3 平成25年度職員名簿	104
4 研究課題及び担当コーディネーター一覧	105

Index

Preface

Index of Research Projects

Research Project and Title of Report

1. Study on the development of the water purification method in lakes and ponds using ecological techniques Study on the development of the water purification method in lakes and ponds using ecological techniques	1
2. Development of the color chart and a dedicated grasp of proper time of harvesting of fruit 1) Development of the color chart for plum 'Summer Beaut' and 'Summer Angel'	11
2) Development of the color chart for Red Grape Cultivars	17
3. Studies of freshness keeping techniques corresponding to agricultural and livestock products marketing (Methods of applying Peach and Chicken meat) 1) Temperature control of the goods issue and post-breed-specific retention effect of freshness peach fruit with ice storage	21
2) Export verification test of peach for the Mid-Autumn Festival in Hong Kong	27
3) Effects of the storage on the flavor of peach	31
4) Cultivation technique for high dry matter yield in twice harvesting of the Quinoa foliage	35
4. Studies on the effects of the illuminance of monochromatic LED lamps on animals and plants and the technical development of its utilization Development of the LED light source suitable for monochromatic light irradiation to animals and plants (2nd report)	39
5. Studies on the effective utilization of bamboo resources Studies on the effective utilization of bamboo resources	43
6. Studies on the ecology and aquaculture of Kunimasu (<i>Oncorhynchus kawamurae</i>) in the population of Lake Saiko Studies on the ecology and aquaculture of Kunimasu (<i>Oncorhynchus kawamurae</i>) in the population of Lake Saiko (2nd report)	49
7. Hydrologic science research for the management and utilization of ground water resources in the northern piedmont area of Mount Fuji Hydrologic science research for the management and utilization of ground water resources in the northern piedmont area of Mount Fuji	67
8. Design sources peculiar to Yamanashi, Japan: The collection, digitization, and archiving Design sources peculiar to Yamanashi, Japan: The collection, digitization, and archiving	87
9. Research and development of anion exchange electrolyte membrane for fuel cells Research and development of anion exchange electrolyte membrane for fuel cells	93

Appendix

1. Activity Record of Y-CROST 2013	101
Appendix 1 Administration Committee Member of Y-CROST	102
Appendix 2 Member for Liaison Committee	102
2. Diagram of Y-CROST Structure	103
3. List of Y-CROST Staff	104
4. List of Research Projects and Their Coordinator	105

はじめに

山梨県総合理工学研究機構は、10の県立試験研究機関が有する人的資源や設備を有機的に結びつけ、領域横断的な研究開発を推進し、その成果を本県の産業の発展や県民生活の質の向上に役立てる目的で、平成17年4月に設立され、来年3月末に満10周年を迎えます。

この研究報告書は、山梨県総合理工学研究機構が平成25年度に行った9課題の研究成果をとりまとめたものです。このうち①「生物利用型水質浄化システムの構築と応用に関する研究」、②「果実の収穫適期の把握と専用カラーチャートの開発」及び③「農畜産物の流通形態に対応した鮮度保持技術に関する研究」の3課題は最終年度の研究で、6月16日に開催される運営委員会で事後評価を受けます。特に①の研究は前段の研究と合わせると6年にわたる地道な研究です。②の研究はシャインマスカット用のカラーチャートが農水省の生研機構から全国版として認定され、③の研究は、 -1°C で長期保存したモモを知事に試食して戴き「うまい！」とうならせた技術開発を行ったものです。

これ以外の6課題は継続中の課題です。④「LED単波長光照射が動植物の生体に及ぼす影響と利用技術に関する研究」、⑤「タケ資源の有効利用に関する研究」、⑥「クニマスの生態解明及び増養殖に関する研究」の3課題は、24年度に始まり26年度に最終年度を迎える研究ですが、④の研究は既に特許出願がなされており、多くの成果が期待されております。また⑥の研究は、採卵養殖されたクニマスの幼魚が県内各地の展示に大忙しです。その他、⑦「富士北麓水資源の保全と活用のための水文科学的研究」、⑧「山梨県固有のデザインソースの編集とアーカイブ構築」及び⑨「アニオン交換形燃料電池用電解質膜の研究開発」のように25年度から始り26年度（⑨）または27年度（⑦、⑧）に終わる研究があります。

以上が、本機構に配分された資金による研究ですが、このほかに本機構の役割として、重点化事業研究の採択と推進を行っています。重点化事業研究は、県の研究資金を重点的に投資する研究として採り上げるもので、政策的研究と言えるかもしれません。本来、行政の出先機関として存在する試験研究機関は行政上のニーズに応じた研究をすべきで、行政上に生じた県民的課題に対して解決策を提言できるものでなくてはなりません。そこで、機構としては重点化事業研究についても事前評価・中間評価・事後評価を行うことにし、昨年は、7月と10月に実施しました。

毎年、繰り返しになりますが、『二番煎じの成功例より新しい失敗例の方が役に立つ』と私は思っています。勇気を持って役に立つ新しい失敗例が報告されることを希望してやみません。

25年度は私を除く総理研の全メンバーが総入れ替えになるという初めての人事（珍事）で、一時はどのような事かと案じましたが、皆様のご協力により何とか1年間を乗り切ることが出来ました。この経験を生かし、更なる総理研研究の深化を図るべく、一同精励し、異分野間の人的交流による知的触発や研究者同士の切磋琢磨を促し、潜在能力を引き出すとともに俯瞰的視野に立てる研究者の育成にも努めたいと思います。どうかこれからも、当機構へのご理解とご支援を宜しくお願い申し上げます。

平成26年6月13日

山梨県総合理工学研究機構

総長 小林 正彦

研究課題及び研究体制

(◎は主幹事を示す)

1 生物利用型水質浄化システムの構築と応用に関する研究

山梨県衛生環境研究所 ◎吉澤 一家
山梨県総合農業技術センター 山崎 修平
山梨大学 宮崎 淳一

2 果実の収穫適期の把握と専用カラーチャートの開発

山梨県果樹試験場 ◎小林 和司
宇土 幸伸
富田 晃
萩原 栄揮
山梨県工業技術センター 鈴木 文晃
申田 賢一

3 農畜産物の流通形態に対応した鮮度保持技術に関する研究

山梨県畜産試験場 ◎松下 浩一
山梨県総合農業技術センター 石井 利幸
上野 直也
山梨県果樹試験場 手塚 誉裕
加藤 治
山梨大学 時友裕紀子

4 LED単波長光照射が動植物の生体に及ぼす影響と利用技術に関する研究

山梨県工業技術センター 河野 裕
木島 一広
鈴木 文晃
山梨県総合農業技術センター ◎加藤 成二
藤木 俊也
窪田 浩一
山梨県畜産試験場 船井 咲知
松下 浩一

5 タケ資源の有効利用に関する研究

山梨県森林総合研究所 ◎戸沢 一宏
柴田 尚
山梨県畜産試験場 片山 努
前田 陽子
山梨県酪農試験場 保倉 勝己
鈴木 希伊
土橋 宏司
神藤 学
角田真由美
山梨県工業技術センター 木村 英生

6 クニマスの生態解明及び増養殖に関する研究

山梨県水産技術センター ◎青柳 敏裕
岡崎 巧
山梨県水産技術センター忍野支所 加地 奈々
大浜 秀規
山梨県衛生環境研究所 長谷川裕弥
東京海洋大学 勘坂 弘治
市田 健介
吉崎 悟朗

7 富士北麓水資源の保全と活用のための水文学的研究

山梨県環境科学研究所 ◎内山 高
長谷川達也
山本 真也
赤塚 慎
山梨県衛生環境研究所 小田切幸次
小林 浩
吉澤 一家
静岡県環境衛生科学研究所 村中 康秀
神谷 貴文
渡辺 雅之
古屋 洋一
山梨大学国際流域環境研究センター 佐野 哲也
中村 高志
都留文科大学 内山美恵子

8 山梨県固有のデザインソースの編集とアーカイブ構築

山梨県工業技術センター ◎申田 賢一
鈴木 文晃
佐藤 博紀
石田 正文
金丸 勝彦
三井由香里
山梨県富士工業技術センター 五十嵐哲也
秋本 梨恵

9 アニオン交換型燃料電池用電解質膜の研究開発

山梨県工業技術センター ◎三神 武文
佐藤 貴裕
山梨県富士工業技術センター 西村 通喜
古屋 雅章
(株)タカハタプレシジョンジャパン 横田 尚樹
島田 愛生

Y-CROST Research Report No.9 (2014)

Research Report of Comprehensive Research Organization for Science and Technology,
Yamanashi Prefectural Government (Y-CROST) No.9 (2014)

Index of Research Projects

1. Study on the development of the water purification method in lakes and ponds using ecological techniques

Yamanashi Institute for Public Health and Environment
Kazuya YOSHIZAWA
Yamanashi Prefectural Agritechnology Center
Shuhei YAMASAKI
University of Yamanashi
Jun'ichi MIYAZAKI

2. Development of the color chart and a dedicated grasp of proper time of harvesting of fruit

Yamanashi Fruit Tree Experiment Station
Kazushi KOBAYASHI
Yukinobu UDO
Akira TOMITA
Eiki HAGIHARA
Yamanashi Industrial Technology Center
Fumiaki SUZUKI
Ken-ichi KUSHIDA

3. Studies of freshness keeping techniques corresponding to agricultural and livestock products marketing (Methods of applying Peach and Chicken meat)

Yamanashi Fruit Tree Experiment Station
Takahiro TEZUKA
Osamu KATOU
Yamanashi prefecture Agri-technology center
Toshiyuki ISHII
Naoya UENO
Yamanashi University
Yukiko TOKITOMO

4. Development of the LED Light Source Suitable for Monochromatic Light Irradiation to Animals and Plants (2nd Report)

Yamanashi Prefectural Industrial Technology Center
Hiroshi KONO
Kazuhiro KIJIMA
Fumiaki SUZUKI
Yamanashi Prefectural Agritechnology Center
Seiji KATO
Toshiya FUJIKI
Koichi KUBOTA
Yamanashi Prefectural Livestock Experiment Station
Sachi FUNAI
Koichi MATSUSHITA

5. Studies on the effective utilization of bamboo resources

Yamanashi Forest and Forestry Product Research Institute
Kazuhiro TOZAWA
Hisashi SHIBATA
Yamanashi Prefectural Livestock Experiment Station
Tsutomu KATAYAMA
Yoko MAEDA
Yamanashi Prefectural Daily Experiment Station
Katsumi HOKURA
Kii SUZUKI
Kouji DOBASHI
Manabu JINDOH
Mayumi TSUNODA
Yamanashi Prefectural Industrial Technology Center
Hideo KIMURA

6. Studies on the ecology and aquaculture of Kunimasu (*Oncorhynchus kawamurae*) in Lake Saiko.

Yamanashi Fisheries Technology Center
Toshihiro AOYAGI
Takumi OKAZAKI
Yamanashi Fisheries Technology Center Oshino-branch
Nana KAJI
Hideki OHHAMA
Yamanashi Institute for Public Health
Yuya HASEGAWA
Tokyo University of Marine Science and Technology
Koji KANZAWA
Kensuke ICHIDA
Goro YOSHIKAWA

7. Hydrologic science research for the management and utilization of ground water resources in the northern piedmont area of Mount Fuji

Yamanashi Institute of Environmental Sciences
Takashi UCHIYAMA
Tatsuya HASEGAWA
Shinya YAMAMOTO
Shin AKATSUKA
Yamanashi Institute for Public Health
Koji ODAGIRI
Hiroshi KOBAYASHI
Kazuya YOSHIKAWA
Shizuoka Institute of Environment and Hygiene
Yasuhide MURANAKA
Takafumi KAMITANI
Masayuki WATANABE
Yoichi FURUYA
University of Yamanashi
Tetsuya SANO
Takashi NAKAMURA
Tsuru University
Mieko UCHIYAMA

8. Design sources peculiar to Yamanashi, Japan : The collection, digitization, and archiving

Yamanashi Prefectural Industrial Technology Center
Ken'ichi KUSHIDA
Fumiaki SUZUKI
Hiroki SATO
Masafumi ISHIDA
Katsuhiko KANEMARU
Yukari MITSUI
Yamanashi Prefectural Fuji Industrial Technology Center
Tetsuya IGARASHI
Rie AKIMOTO

9. Research and development of anion exchange electrolyte membrane for fuel cells

Yamanashi Prefectural Industrial Technology Center
Takefumi MIKAMI
Takahiro SATO
Yamanashi Prefectural Fuji Industrial Technology Center
Michiyoshi NISHIMURA
Masaaki FURUYA
TAKAHATA Precision Japan Co. , Ltd.
Naoki YOKOTA
Manai SHIMADA

生物利用型水質浄化システムの 構築と応用に関する研究

Study on the Development of the Water Purification Method in Lakes
and Ponds Using Ecological Techniques

生物利用型水質浄化システムの構築と応用に関する研究

吉澤 一家¹, 山崎 修平², 宮崎 淳一³
(¹衛生環境研究所, ²総合農業技術センター, ³山梨大学)

Study on the Development of the Water Purification Method in Lakes and Ponds Using Ecological Techniques.

Kazuya YOSHIKAWA¹, Shuhei YAMASAKI² and Jun'ichi MIYAZAKI³

(¹Yamanashi Institute for Public Health and Environment, ²Yamanashi Prefectural Agritech Center, ³University of Yamanashi)

要約：環境負荷が少なく、エネルギー消費量が少ない生態工学的方法が、水質改善方法として湖沼・河川に用いられている。本研究ではより多様な水域で応用可能にするための手法を確立するとともに、水生植物の供給から、再利用にいたる一連のプロセスを確立することを目的として研究を進めている。2012年度には都市公園内の池において行った隔離水界実験の結果から、沈水植物植栽と二枚貝飼育が水質浄化に効果があることが認められたため、最終年の2013年度は確認のため隔離水界を用いて再実験を行なった。その結果以下の諸点が確認された。

- 1) 水生植物+二枚貝の野外実験区では、対照区に比べ常に低い濁度を保ち、水質改善効果が認められた。
- 2) 二枚貝150個体の野外実験区では、水生植物の存在により濁度の低減効果が維持された。
- 3) 野外実験池での二枚貝の生存率は10~60%と幅があったが、水生植物の共存による特別な効果は認められなかった。
- 4) 室内水槽実験においても、二枚貝により透視度が高くなることが認められ、濁質の改善効果が認められた。
- 5) 沈水植物から産生されると考えられる物質には、二枚貝の捕食活動を活性化する可能性は示唆されなかった。

Abstract : In this study, we are intended to suggest not only a purification method of water quality with ecological method in various ponds and lakes, but also the supply method of the aquatic macrophytes used for purification, and also the usage of the macrophytes as product. According to the comparison of water quality in several mesocosms, the effective water purification was found in the zone where bivalves and aquatic macrophytes were cultivated, last year. In 2013, cultivation experiments of both bivalves and aquatic macrophytes with several mesocosms were carried out again in order to reconfirm the efficiency. Several facts were revealed from these experiments; i.e.

- 1) The turbidity of the bivalves and aquatic macrophytes treated zone was always kept lower than the turbidity of the zone with no treatment.
- 2) According to the comparison between the zone where bivalves and aquatic macrophytes were cultivated and the zone where only bivalves were cultivated, plants maintained the transparency of the zone for a long time.
- 3) It was suggested that the aquatic macrophytes did not have a special influence for the survival rate of the bivalve.
- 4) The extracellular organic matter from aquatic macrophytes is seemed to be ineffective in promoting the activity of bivalves.

1. 緒言

生物を利用し様々な水域で水質浄化を行うための手法を確立することを目的として、利用する生物の供給から、発生するバイオマスの活用方法までを研究対象として以下の3テーマについて水槽実験、野外実験を行ってきた。

- I 水生植物の安定供給に関する研究
- II 応用水域の拡大に関する研究

III 発生バイオマスの有効利用に関する研究

昨年度実施した、クロモおよびセキショウモ及び二枚貝であるタテボシガイを利用した都市公園での隔離水界実験では、沈水植物と二枚貝を用いることにより、透明度などの改善効果が認められた¹⁾。これを受けて改善効果の確認を行うことを主目的として、2013年度も引き続き隔離水界実験を中心にテーマIIに関する以下の実験を行った。

- ・野外実験池における隔離水界実験

- ・二枚貝及び沈水植物の水質浄化効果の水槽実験
- ・実験池における沈水植物の食害防止に関する実験
- ・沈水植物が二枚貝の捕食活動に与える影響に関する実験

2. 実験方法

2-1 野外実験池における隔離水界実験

先行研究において公園内の池において、沈水植物の植栽及び二枚貝の飼育による水質浄化実験を行った。その結果セキショウモの植栽に加えタテボシガイを飼育した水界において透明度の改善効果が見られた。この効果の再現性を確認するため、引き続き隔離水界実験を行った。

実験は甲府市内にある玉諸公園内の池で、鉄製パイプ(2500mm×2500mm×1500mm)をフレームに使用し、側面を透明ビニールシート(1mm厚)で覆った隔離水界5基を用いて行った(図1, 2)。底面にはシートを張らないため、底泥からの溶出や逆に底泥への沈降などは行われる状態である。それぞれの隔離水界の処理内容は次のとおりとした。

水界1：(以後Cと表記) 無処理区

水界2：(以後BV450と表記)

タテボシガイ450個体の飼育区

水界3：(以後BV300と表記)

タテボシガイ300個体の飼育区

水界4：(以後BV150+WPと表記)

セキショウモ30株+タテボシガイ150個体の飼育区

水界5：(以後BV150と表記)

タテボシガイ150個体の飼育区

また次の生物を実験に用いた。

沈水植物：セキショウモ(山中湖由来、当所栽培株)

二枚貝：タテボシガイ(滋賀県琵琶湖産)

実験期間中は定期的に各処理水界および水界外で光環境及び水質の測定を行った。光環境項目としては、濁度(Turb.)を濁度計(笠原理工90°散乱光濁度計TR-5Z)を用いて現場で測定し、透視度(Tr)は実験室内で50cm透視度計を用いて測定した。水質項目としては、水温を現場測定し、導電率(EC)、pH、浮遊懸濁物質濃度(SS)、全窒素濃度(TN)、全りん濃度(TP)、CODを採水試料で分析した。

また実験に供したタテボシガイを定期的に取り出して湿重量を測定し、成長状況を把握した。

2-2 二枚貝及び沈水植物の水質浄化効果の水槽実験

生物の水質浄化効果を確認することと、二枚貝と沈水植物が共存することで浄化効果能に影響があるかを検証するために、室内での水槽実験を行った(図3, 4)。

この際、実験池の生態系を再現するために魚類も共存させた。

実験に用いた器具と生物は以下のとおりである。

水槽：600×300×400mm(約60L)

照明：20W直管蛍光灯(45~80 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$)

12hr./day

栽培用土：玉諸公園内池の底泥(9000 cm^3)

供試生物：

植栽沈水植物：セキショウモ(草丈10cm程度)

二枚貝：タテボシガイ(滋賀県琵琶湖産)

魚類：ブルーギル(玉諸公園池産 魚体長約5cm)

供試水：玉諸公園内池の水

それぞれの水槽の処理内容は次のとおりとした。

水槽1：(以後Cと表記) 無処理槽

水槽2：(以後Fと表記)

ブルーギル1個体の飼育槽

水槽3：(以後F+BVと表記)

ブルーギル2個体+タテボシガイ10個体の飼育槽

水槽4：(以後F+BV+WPと表記)

ブルーギル2個体+タテボシガイ10個体+セキショウモ20株の飼育槽

水槽5：(以後F+WPと表記)

ブルーギル2個体+セキショウモ20株の飼育槽

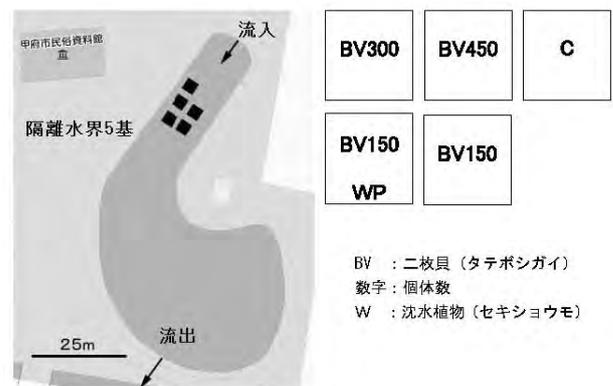


図1 玉諸公園内池の水界配置図

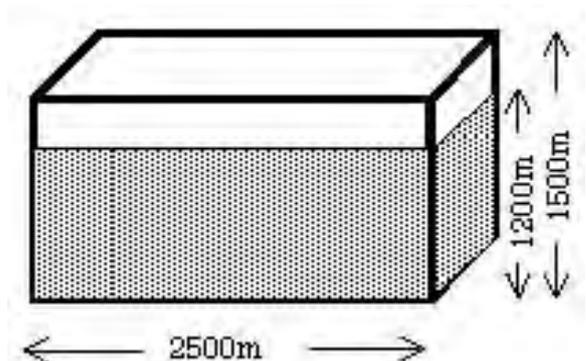


図2 隔離水界立体図

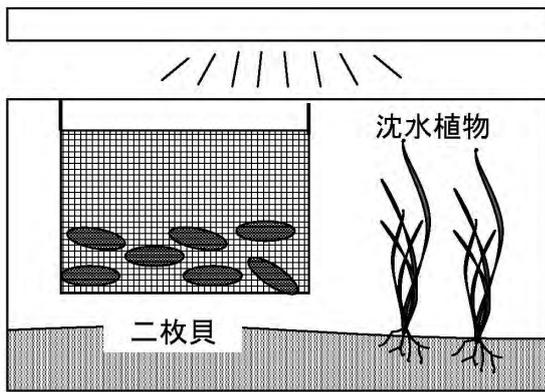


図3 水槽実験装置の概要

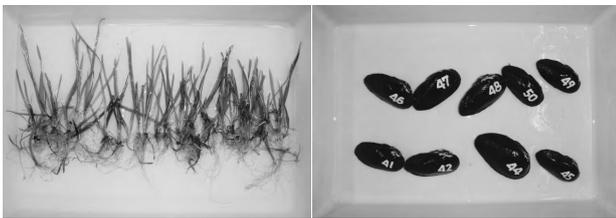


図4 水槽実験供試生物 (左:セキショウモ, 右:タテボシガイ)

実験期間中、魚の餌を全ての水槽に等量ずつ添加するとともに、ろ材を装填していない上面ろ過装置で水を循環させた。水槽水の蒸発により水位が低下した場合は、111日までは供試水で、それ以降は精製水で適宜補い水位を保った。また光量を一定に保つため、水槽の4面を遮光して実験を開始した (暗条件)。

各水槽の水を約1ヶ月間隔で採水し、透視度 (Tr)、水温、導電率 (EC)、pH、浮遊懸濁物質濃度 (SS)、全窒素濃度 (TN)、全りん濃度 (TP)、CODを分析した。

2-3 沈水植物が二枚貝の捕食活動に与える影響に関する実験

公園内の池で実施した隔離水界実験の二枚貝と沈水植物区において、水質改善効果が認められたため、それぞれの生物間で活性化などの相互作用があることが予想された。

その可能性の一つとして、沈水植物が産生する物質が二枚貝のろ過活性を高めることが考えられたため、これを確認することを目的として、二枚貝による濁質ろ過実験を行った。

実験は3Lの小型水槽を用い、ろ過の対象となる濁質としては当研究所内の池から採取した緑藻を用いた。また沈水植物産生物質として、セキショウモを2ヶ月間栽培した水槽の水を、孔径0.45 μ mのニトロセルロースメンブランフィルター (ミリポア HAWP0045) でろ過をしたろ液を用いた。対照として何も植栽しない状態で同期間放置した水槽のろ液を用いた。

二枚貝による濁質のろ過実験は次に示した異なる5条件で同時に実施した。

水槽1: 純水1.7L+池水1L (以後Cと略記)

水槽2: 純水1.7L+池水1L+タテボシガイ2個体 (以後D+BVと略記)

水槽3: 純水1.5L+池水1L+無植栽水槽水0.2L+タテボシガイ2個体 (以後T+BVと略記)

水槽4: 純水1.6L+池水1L+植栽水槽水0.1L+タテボシガイ2個体 (以後WP+BVと略記)

水槽5: 純水1.5L+池水1L+植栽水槽水0.2L+タテボシガイ2個体 (以後2WP+BVと略記)

なお、各水槽にはpH及び塩分濃度の調整のため、以下のA~D溶液を各1.5mL添加した。

A: pH7.2緩衝液

K_2HPO_4 21.75g + KH_2PO_4 8.5g + NH_4Cl 1.7g/L

B: 硫酸マグネシウム溶液

$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 22.5g/L

C: 塩化カルシウム溶液

$CaCl_2$ 27.5g/L

D: 塩化鉄 (III) 溶液

$FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 0.25g/L



図5 濁質ろ過実験装置

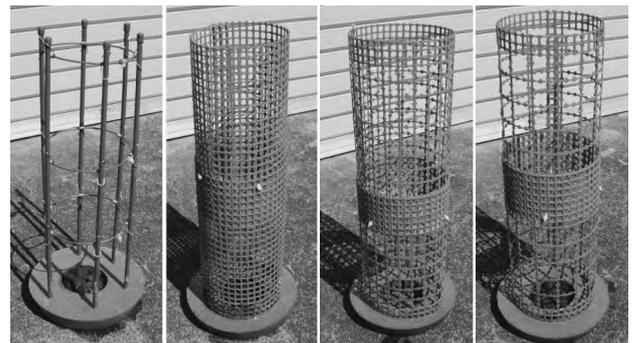


図6 食害防止器具試作品 (左より縦棒のみ, 1mm, 2mm, 3mmメッシュ)

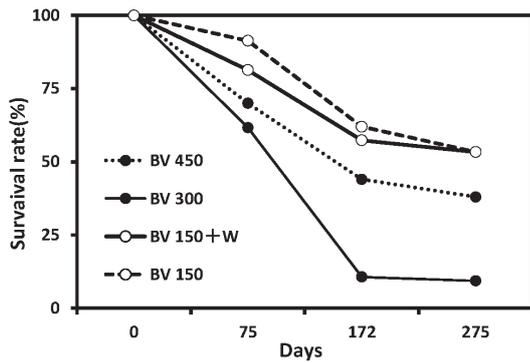


図7 各隔離水界でのタテボシガイの生存率

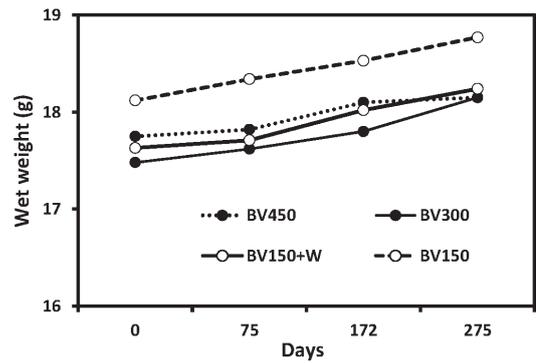


図8 各隔離水界でのタテボシガイの成長量

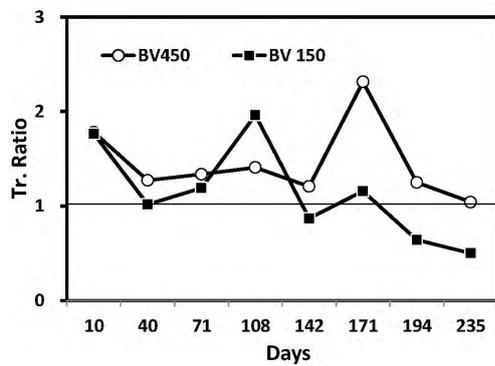


図9-1 透視度比の経日変化

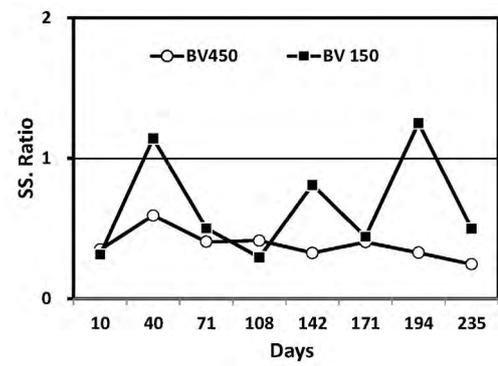


図9-2 浮遊懸濁物質濃度比の経日変化

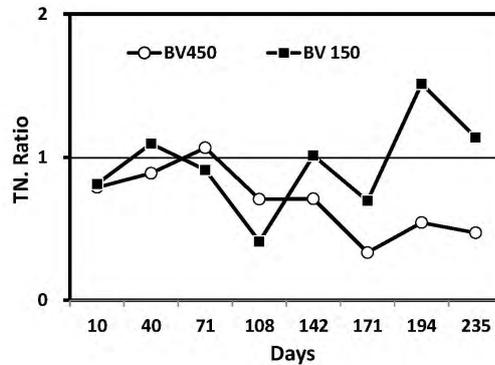


図9-3 全窒素濃度比の経日変化

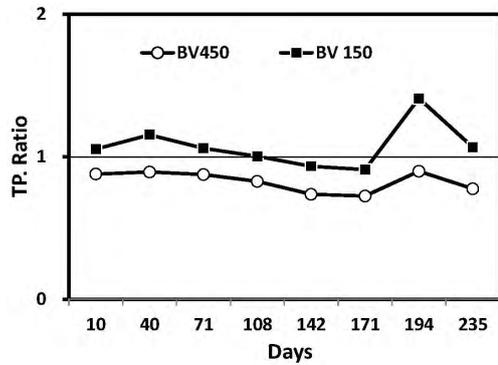


図9-4 全りん濃度比の経日変化

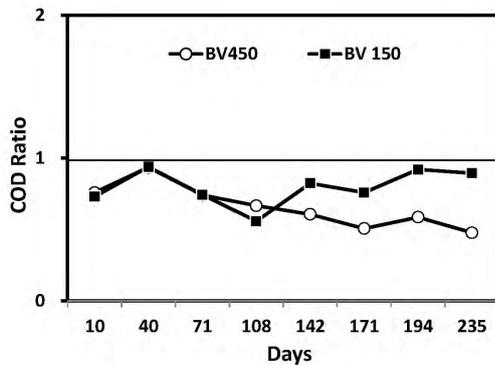


図9-5 COD比の経日変化

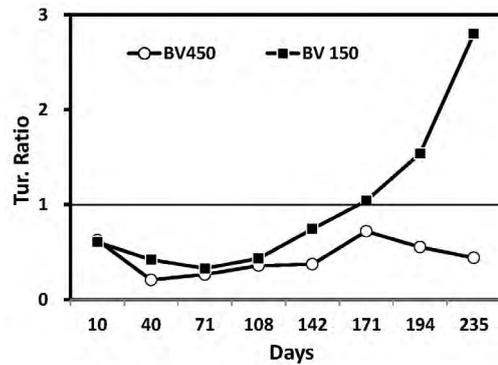


図9-6 濁度比の経日変化

図9-1~6 野外実験池での隔離水界水質の各測定値比の経日変化 (BV150とBV450の比較)

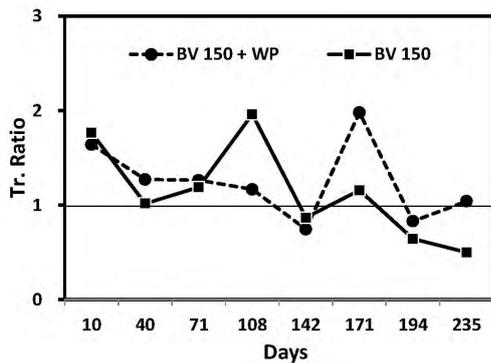


図10-1 透視度比の経日変化

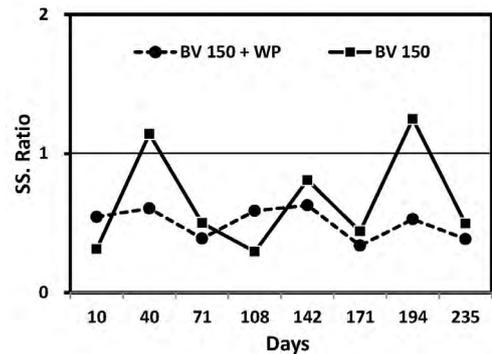


図10-2 浮遊懸濁物質濃度比の経日変化

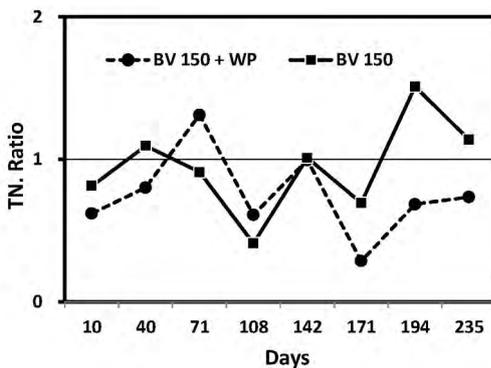


図10-3 全窒素濃度比の経日変化

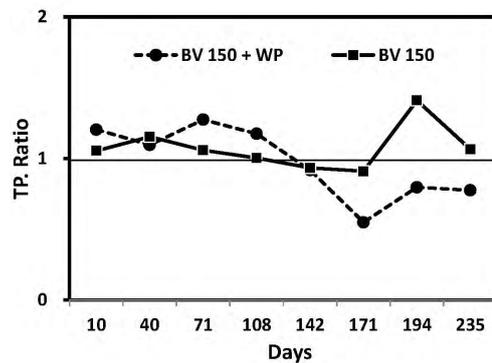


図10-4 全りん濃度比の経日変化

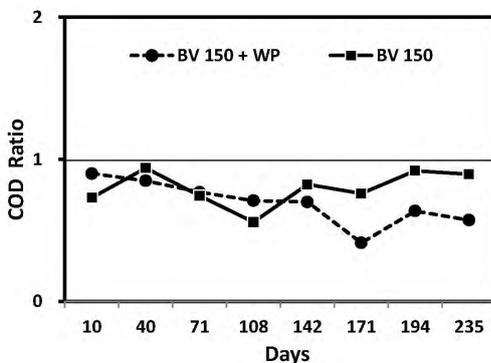


図10-5 COD比の経日変化

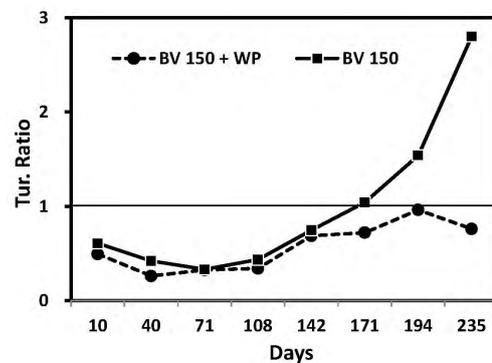


図10-6 濁度比の経日変化

図10-1～6 野外実験池での隔離水界水質の各測定値比の経日変化 (BV150とBV150+WPの比較)

実験期間中は、マグネチックスターラーを用いて実験水を攪拌し、一定時間ごとに実験水を採取し、分光光度計（島津UV2000）により波長750nmでの吸光度を測定することで濁度の変化を観察した。

2-4 実験池における沈水植物の食害防止に関する実験

先行研究において、沈水植物の植栽時に魚類等による捕食圧が高く、池底に安定して活着することが難しいことが明らかとなった²⁾。そのため植栽時に食害を防止する方法を確立することが必要であった。ここでは植栽時

に沈水植物を保護する器具を試作し、その効果を検証することを目的として公園内の池で実験を行った。

食害防止器具はセメント製の基部と、プラスチックネットによるカバー部で構成されている。植栽時は、基部に開けられた穴の部分に、先行研究で用いた「備前ソイル」で底泥を固形化した植栽基物をセットし、池の底に設置した。固形化した植栽基物は水中に2週間程度置かれると崩れやすくなり、活着後は防止器具のみを引き上げるにより植物は池底に残されると考えた。

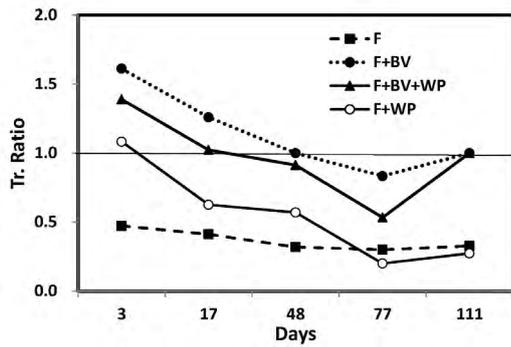


図11-1 透視度測定値比の経日変化

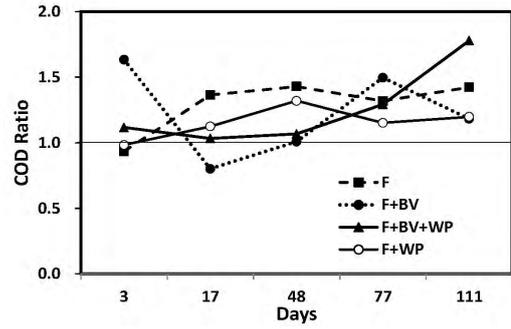


図11-2 COD測定値比の経日変化

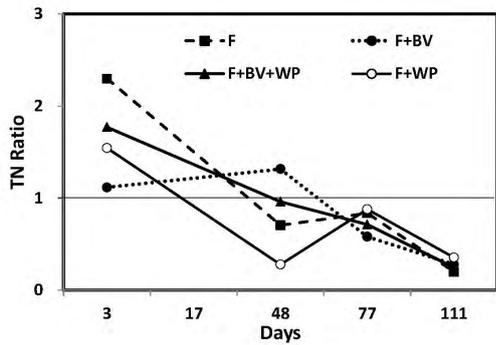


図11-3 全窒素濃度測定値比の経日変化

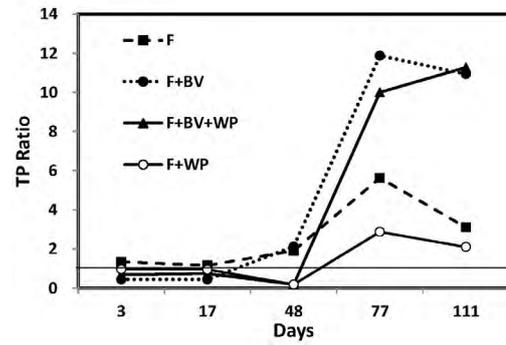


図11-4 全りん濃度測定値比の経日変化

図11-1~4 暗条件下での各水槽の測定値比の経日変化

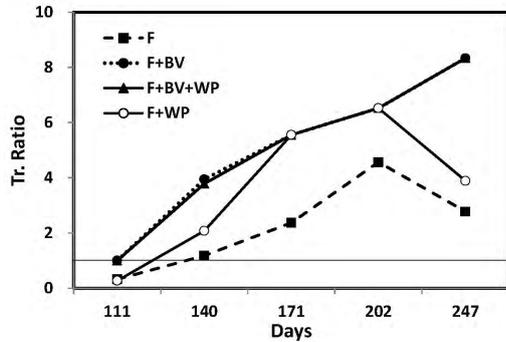


図12-1 透視度測定値比の経日変化

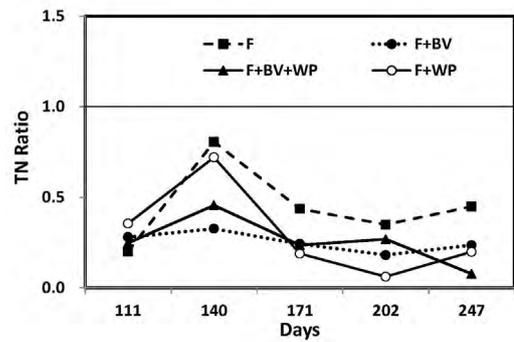


図12-2 全窒素濃度測定値比の経日変化

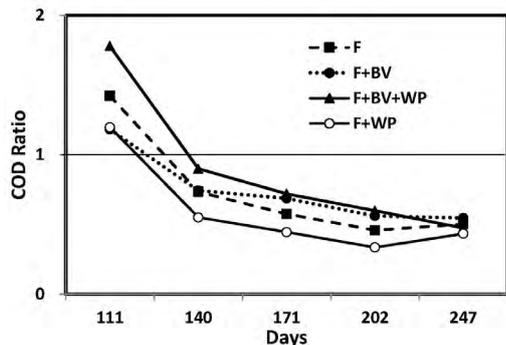


図12-3 COD測定値比の経日変化

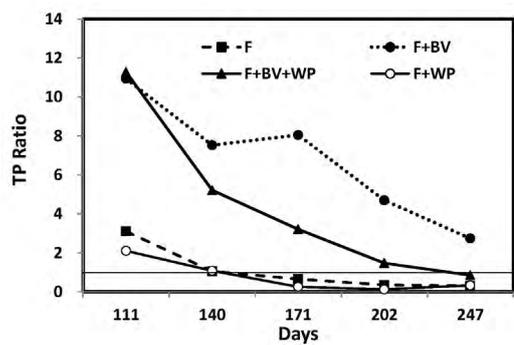


図12-4 全りん測定値比の経日変化

図12-1~4 明条件下での各水槽の測定値比の経日変化

3. 結果

3-1 野外実験池における隔離水界実験

隔離水界を平成25年5月31日に設置し野外実験を開始した。平成26年の2月中旬の大雪により水界の一部が破損したため、その前月の試料採水日である平成26年1月22日までの235日間を実験期間とした。

この期間の二枚貝の生存率を図7に示した。150個体を飼育した2つの水界では172日後に約50%の生存率であったが、それよりも多く設置した水界では40%以下であった。特に300個体を設置した水界の生存率は10%を下回ったが、その原因は不明であった。このため以降の比較解析の対象から300個体の水界は除外することとした。

一方、各水界で生存したタテボシガイの成長状況は図8の湿重量の経時変化図に示したように、水界による差は見られなかった。

水質の経月変化を比較するために、各水界の水質測定値の無処理水界（C水界）の測定値に対する比（以下測定値比と称す）の変化を図9、10に示した。透視度（Tr.）を除き、図中に示した測定値比=1の直線を下回る場合は、水質改善効果が認められたことを表す。まず図9には、水質改善効果に与えるタテボシガイの個体数の影響を比較するためにBV150とBV450の水界の測定値比を示した。Tr, Turb., SS, TN, CODの各項目は実験開始後100日程度までは両水界で改善効果が認められたが、それ以降はBV150水界で測定値比が1を超えるようになり、タテボシガイが多い水界で効果が持続された。この傾向は特にTurb.で顕著であった。その一方でTPのみは期間中で常にBV450水界の測定値比が低く、改善効果が認められた。

次に沈水植物の有無が水質改善効果に与える影響を検証するために、BV150とBV150+WPの各水界の測定値比を図10に示した。各測定項目で開始後140日までは両水界の測定値比に大きな差は見られなかったが、それ以降はBV150水界のCODを除く各測定値比が1を超える傾向があり、水質改善効果が持続しないことが示唆された。この傾向は特にTurb.で顕著に見られた。

3-2 二枚貝及び沈水植物の水質浄化効果の水槽実験

野外実験に加えて、より実験条件をコントロールしやすい室内の水槽を用いて生物による水質浄化効果の検証を行った。実験は平成25年5月14日から平成26年1月16日までの247日間行い、定期的に採水し水質測定を行った。実験開始から111日までは、前述のとおり光量を統一するために20W蛍光管による照射のみで実験を行った。その結果、無処理区であるC水槽においても、光量が不足しているためか、プランクトンの増殖が見られなかったため、以後は水槽の前面の遮光版を外し、室内光

も入射するよう改変した。そのため水質の経月変化については、実験開始後111日の前後で区切って解析を行った。

なお247日後の二枚貝の生存率は、魚と二枚貝のみの水槽（F+BV）で50%、沈水植物を植栽した水槽（F+BV+WP）で70%と植栽水槽で生存率が高かったが、実験個体数が少なかったため、有意差の有無は確認できなかった。

3-2-1 暗条件下（前半期間）での水質の経日変化

図11-1~4には、無処理区であるC水槽の測定値に対する測定値比の前半期間の経日変化を示した。この期間は光量が不足したために、水槽内での植物プランクトンの成長が見られず、無処理区であるC水槽での透視度（Tr）が上昇したため、魚類のみ（F）、魚類と植栽（F+WP）の測定値比は1を下回り、浄化効果が認められなかった（コントロールよりも透視度が低くなった）。これは魚類により底泥が常に攪乱されることに起因しているものと考えられた。一方、二枚貝を設置した水槽（F+BV及びF+BV+WP）では他の2つの水槽に比べ透視度は高いものの、コントロールとの測定値比は48日目以降低下したことから、二枚貝による濁質の除去効果は認められたものの、魚類の影響を相殺するには至らなかったものと考えられた。

栄養塩類の経日変化では、全りん濃度（TP）の測定値比が二枚貝の飼育水槽のみ（F+BV, F+BV+WP）で48日以後急上昇しており、貝の死亡によりりんが供給された可能性があった。その一方で全窒素（TN）の測定値比は全ての水槽で減少していたが、これはTNの上昇によるものではなく、無処理水槽（C）でのTNが上昇したことによるもので、C水槽では添加した餌及び池の水で供給された窒素成分が生物に固定されることがなかったため、溶存成分として残存したことによるものと考えられた。

水槽内の有機物量（COD）も各水槽の測定値比は1を超え、改善効果は見られなかった。これはC水槽では植物による生産活動がなかったため、CODが低かったこ

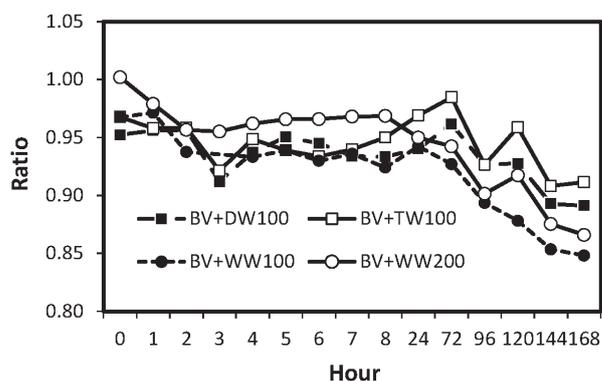


図13 濁度測定値比の経時変化

とによるものであった。

3-2-2 明条件下（後半期間）での水質の経日変化

図12-1~4に、各測定値比の後半期間の経日変化を示した。111日目からは、水槽の遮光カバーを一部はずしたため、C水槽で植物プランクトンの増殖が始まり、透視度が急激に減少した。そのため各水槽の透視度の測定値比は上昇し、その傾向は二枚貝を飼育した2つの水槽では247日まで継続し、二枚貝による透視度の改善効果が確認された。

栄養塩の経時変化ではTPが高かったF+BV及びF+BV+WPの両水槽で濃度が減少したため、測定値比も減少したが、F+BV+WPより急激な減少が認められた。これは光量が増加したことで水槽内壁の付着藻類が発達し、りん成分が固定されたことが一因と考えられたが、F+BV+WPでは沈水植物による取り込みも加わって、濃度の低下が加速したものと考えられた。一方TNについては、暗条件時から継続して測定値比が1を下回っており、改善効果が認められた。

CODについても、植物プランクトンの増殖に伴う生産活動によりC水槽での濃度が上昇したため、他の水槽の測定値比は減少し、明条件では抑制効果があることが認められた。

以上から、二枚貝が存在することによる透視度などの改善効果は認められたが、沈水植物の共存による改善効果への影響は、りん成分の除去速度が速まることが示唆されたに留まった。

3-3 沈水植物が二枚貝の捕食活動に与える影響に関する実験

捕食対象の濁質として用いた池の水には、*Pediastrum* sp., *Scenedesmus* sp. などの緑藻綱のプランクトンが優占していた。

図13に無処理水槽（C）に対する各水槽の濁度測定値比の経時変化を示した。各水槽とも実験開始8時間以降に濁度の低下が見られ始め、二枚貝による捕食時のろ過効果が確認できた。168時間後に最も濁度が低下したのは、沈水植物由来の有機物質が含まれていると考えられる、植栽タンクの水100mLを添加したWP+BVで、次いで同じく200mLを添加した系であった。しかし他の水槽との差はあまり見られず、有意差は確認できなかった。

3-4 実験池における沈水植物の食害防止に関する実験

玉諸公園内の実験池において、コンクリート製の基部のみの系に加えて、自作した4種の植害防止器具を用いて、2個ずつセキショウモの植栽を行った。植栽は平成25年7月19日から平成26年1月22日までの187日間行った。

期間中に水中カメラを用いて活着状況の観察を行った

が、濁度が高く植物を確認することができなかった。期間終了後に器具を引揚げたが、植物を確認することができなかったため、今回の食害防止器具の有用性を実証することはできなかった。

4. 考察

4-1 野外実験池における隔離水界実験

今回の隔離水界を用いた野外実験においても、透視度、濁度の改善方法として二枚貝を飼育することが有効であることが昨年度に引き続き確認された。この水質改善効果は二枚貝の個体数が多い隔離界でより高かったが水界中の個体密度の増加により生存率の低下の可能性が高くなることが明らかとなった。貝の死亡は水界への有機物や栄養塩の回帰の原因となるため、水質改善の効率と生存率のバランスを考えた適正な個体密度の検討が今後必要と考えられた。また本実験では貝をメッシュパネルに10mmの目合いのプラスチックネットで作ったポケットに入れ、垂直に懸架して設置したが、この状態は底生動物である二枚貝の生活様式とはことなるため、水平状態で飼育するなど、より生存率の高い貝の設置方法も検討する必要がある。

沈水植物が共存する水界との比較では、実験開始後142日までは大きな差が認められなかったが、それ以降は差が生じ、植物が共存する系の改善効果が高く、この差は濁度の測定値比で最も顕著に現れた。この作用の機序の解明は今後の課題であるが、沈水植物を共存させることは水質改善に有効な方法である可能性が示唆された。

4-2 二枚貝及び沈水植物の水質浄化効果の水槽実験

野外実験池での隔離水界実験における二枚貝の初期個体密度は3~9個体/100Lであったが、水槽実験では16個体/100Lと高密度に設定でき、生物による水質改善効果を確認しやすい実験系を組むことができた。野外での自然条件に近いと考えられる、光量が多い明条件下での水槽実験からも、二枚貝による水質改善効果を確認するこ



図14 野外実験での懸架式二枚貝設置方法

とができた。ただし水質浄化のために貝を飼育した場合、死亡した貝による有機物等（本実験ではりん成分）の回帰が水質に悪影響を及ぼすことが確認され、貝の生存率を高める飼育方法を開発することが必要と考えられた。

4-3 沈水植物が二枚貝の捕食活動に与える影響に関する実験

今回の実験系では沈水植物から産生されると考えられる有機物質が、二枚貝のろ過活性を高めることを検証することはできなかった。まず一因として、有機物質が充分量添加されなかった可能性が考えられた。これに関しては植物の栽培密度を増やして、産生物質の濃度を高めることと、栽培水を凍結乾燥などで濃縮を行った後に、系に添加する方法が考えられる。

また二枚貝への物質的な作用としては、捕食活動の活性化の他に、消化活動や呼吸活動などの生理活性への影響も考えられるが、これらを定量化する方法に関する知見はほとんど得られていない。さらに化学的な作用だけではなく、沈水植物が共存することにより、水温や水流、光量などの物理的な環境も二枚貝に影響を与えることが考えられるので、今後検討しなければならない課題は多く残された。

4-4 実験池における沈水植物の食害防止に関する実験

本実験で用いた器具では、食害防止効果が確認できなかった。引揚げた一部の器具の中には実験池の優占魚種であるブルーギルが捕獲されており、魚類の侵入を防げなかったと考えられた。周囲のネットの目合いを細かくすることと、上部もネットで覆うことで魚類の侵入を防止することは可能にはなるが、それに伴い植物の成長に十分な光量の確保が難しくなることから、ネットの素材（太さ）も含めて、今後改善しなければならない課題として残された。

5. 結 語

水生生物、特に沈水植物と二枚貝を用いて、湖や池等での主に透明度を目的とした水質浄化方法の確立を試みて、3年間野外及び室内水槽を用いた実験を行ってきた。最終年にあたる2013年度は、沈水植物と二枚貝の併用による浄化効果の再確認を行い、その有用性を確実にするための数種の実験を行った。

実験地を用いた野外の隔離水界実験では、水生植物＋二枚貝の実験区で、常に対照区に比べ低い濁度を保つことが再確認され、本手法の実効性を示すことができた。また二枚貝のみよりも沈水植物が存在することにより、濁度の低減効果が維持されることも示唆された。しかし

実験池での二枚貝の生存率は10～60%と幅があり、沈水植物の共存による特別な効果は認められなかった。

一方、室内水槽実験においても、二枚貝により透視度が高くなることが認められたが、沈水植物から産生されると考えられる物質には、二枚貝の捕食活動を活性化する可能性は示唆されなかった。

参考文献

- 1) 吉澤一家, 高橋一孝, 山崎修平, 戸沢一宏, 宮崎淳一, 芹澤如比古: 生物利用型水質浄化システムの構築と応用に関する研究, 山梨県総理研報, 8, 41-56.
- 2) 吉澤一家, 堀内雅人, 佐々木裕也, 高橋一孝, 山崎修平, 戸沢一宏, 宮崎淳一, 芹澤如比古: 生物利用型水質浄化システムの構築と応用に関する研究, 山梨県総理研報, 7, 63-74.

成果発表状況

学会発表

山崎修平, 長坂克彦, 望月久美子, 吉澤一家: 沈水植物セキショウモの大量増殖と緑肥の農業利用, 水草研究会第35回全国集会, 茨城, 2013

果実の収穫適期の把握と 専用カラーチャートの開発

Development of the Color Chart and a Dedicated Grasp of Proper Time
of Harvesting of Fruit

スモモ‘サマービュート’および‘サマーエンジェル’の 専用カラーチャートの開発

富田 晃¹, 萩原 栄揮¹, 鈴木 文晃², 串田 賢一²
(¹山梨県果樹試験場, ²山梨県工業技術センター)

Development of the Color Chart for Plum 'Summer Beaut' and 'Summer Angel'

Akira TOMITA¹, Eiki HAGIHARA¹, Fumiaki SUZUKI², Kenichi KUSHIDA²
(¹Yamanashi Fruit Tree Experiment Station, ²Yamanashi Industrial Technology Center)

要約: 山梨県のオリジナル品種である‘サマービュート’および‘サマーエンジェル’を適切な時期に収穫することを目的として、果皮色から収穫適期を判断するために開発したカラーチャート試作版の実用性を評価した。2品種について試作版を実際に果皮色判定に使用することで検討を加えながら評価し、実用性のある製品版を作成した。さらに、‘サマーエンジェル’の追熟特性について、果実品質や果皮色、機能性成分の変化を調査した。

Abstract: We have evaluated the usefulness of the color chart prototype version that is developed for the purpose to be harvested in a timely 'Summer Angel' and 'Summer Butte' is the original breed of Yamanashi Prefecture, to determine the proper time of harvesting from the skin color. Evaluate while adding considered in that is used to peel color judgment actually a trial version for the two varieties, you have created a product version of utility. In addition, for ripening characteristics of 'Summer Angel', we investigated the change skin color and fruit quality, functional ingredients.

1. 緒言

山梨県のオリジナル品種であるスモモの‘サマービュート’および‘サマーエンジェル’は、既に本格的な収穫が始まっているが、外観による収穫時期の判断が難しく、出荷された果実にもバラツキがあり課題となっている。一方、カキ¹やナシ²、リンゴ³などでは果実の熟度判定のためのカラーチャート（色表）が作成されて実用化している。他の果実においてもカラーチャートが実用化できれば、栽培経験が少ない人でも収穫適期の果実を的確に判断できるようになり、高品質な果実の出荷が可能になる。このことは山梨県産果実に対する評価の向上につながり、「山梨ブランド」の確立に寄与するものと考えられる。そこで、スモモについて本県オリジナル品種の生産者が果皮色を基準にして収穫適期の判断ができるカラーチャートの開発を目指した。

本研究は、山梨県果樹試験場と山梨県工業技術センターとの共同研究として実施した。山梨県果樹試験場は、成熟過程ごとに果実品質や果皮色、機能性成分の変化を調査するとともに、追熟特性を明らかにした。工業技術センターは、果樹試験場から提供される果皮色のデータから、果皮色判定に使用するための成熟過程ごとの果皮色を再現したカラーチャートを作成した。また、最終的に、果皮色と食味との関係を明らかにしたところで、収

穫適期となる果皮色を求め、それを判定できるカラーチャートの開発を行なった。

その結果、本研究では本県オリジナル品種の‘サマービュート’および‘サマーエンジェル’のカラーチャートを試作し、合わせてその適応性を調査したので報告する。

2. 実験方法

2-1 試作カラーチャート（第2版）の適応性

試験にはY字形整枝の9年生‘サマービュート’および‘サマーエンジェル’を各2樹供試した。適熟前後の果実を第2版のカラーチャート値1～5の色調に基づいて、収穫した。

果皮色については、‘サマービュート’は着色しない部分の地色を、‘サマーエンジェル’は着色部を、色彩色差計（KONICA MINOLTA CR-400）で果皮色のL*a*b*値を測定した。果実品質は、果実重、硬度、糖度、酸度、食味を調査した。糖度は、果汁の可溶性固形物含量を糖度計（ATAGO PAL-1）で測定し、屈折計示度で示した。硬度はユニバーサル硬度計で、果実赤道部を測定した。酸度は、pH試験紙（ADVANTEC BCG）で果汁のpH値を測定した。食味は同一被験者による官能試験で評価し、0（劣る）～5（優れる）の5段階の指数

で示した。

機能性成分のうち、ポリフェノール含量は、フォーリンチオカルト法により、果肉の新鮮重あたりのポリフェノール含量に換算して求めた。果皮の総アントシアニン含量は、分光光度計 (NanoDrop) を用いて、抽出液の520nmの吸光度を測定し、Cyanidin-3-glucoside chlorideの検量線 ($y=163.29x$) によりアントシアニン濃度を求め、果皮の新鮮重あたりのアントシアニン含量に換算した。

2-2 収穫後の追熟特性の把握

立ち木仕立て開心自然形の9年生‘サマーエンジェル’ (おはつもも台) を2樹供試した。第2版のカラーチャート値2~4の色調に合わせて果実をそれぞれ収穫した。収穫した果実は20℃の温度条件下に置いて追熟させた。果実品質、果皮色の色調の変化を処理当日、2日後、4日後で比較した。調査は、2-1の方法に準じて行った。

2-3 試作カラーチャート (第2版) の実用性の評価

生産現場や指導現場での実用性を評価するため、果樹担当の普及指導員とスモモ産地のJA営農指導員を対象に以下の4つの質問を設定してアンケート調査を行った。

- ①果皮色が再現されているか？
- ②淡い着色~濃い着色までの5段階は適切か？
- ③前の質問で適切でないと回答した場合、適当なのは何段階か？
- ④背景の色 (黒) は見やすいか？

3. 結果

3-1 試作カラーチャート (第2版) の適応性

試作カラーチャート (第2版) を使って収穫した‘サマービュート’の果実品質の推移を表1に示した。カラーチャート値2を基準にした収穫では、糖度は12.1° Brixであったが、食味は5段階の指数で2.0と低かった。カラーチャート値3で収穫すると、糖度は16.3° Brixで、カラーチャート2を基準に収穫した場合より、4.2° Brix向上し、食味は3.5で著しく向上した。さらにカラーチャート値4での収穫では、糖度が16.7° Brix、食味が4.2となり、果実品質はさらに向上した。

試作カラーチャート (第2版) を使って収穫した‘サマーエンジェル’の果実品質の推移を表2に示した。

カラーチャート値2を基準にした収穫では、糖度は15.8° Brixで、食味は5段階の指数で2.3とカラーチャート値1による収穫より食味が向上した。カラーチャート値3で収穫すると、糖度は17.7° Brixで、カラーチャート2を基準に収穫した場合より、糖度は1.9° Brix、食味は1.7向上した。カラーチャート値4では、糖度が17.2°

表1 カラーチャートを使った「サマービュート」の果実品質の推移

C.C.値	果実重 (g)	硬度 (kg)	糖度 (° Brix)	酸度 (pH)	食味 (指数)
1	130.2	2.4	11.8	3.5	1.2
2	133.1	2.0	12.1	3.6	2.0
3	160.5	1.9	16.3	4.0	3.5
4	173.4	1.7	16.7	3.7	4.2
5	187.1	1.5	17.6	3.8	4.5

食味の指数は0 (劣る) ~5 (優れる) の6段階評価で示した

表2 カラーチャートを使った「サマーエンジェル」の果実品質の推移

C.C.値	果実重 (g)	硬度 (kg)	糖度 (° Brix)	酸度 (pH)	食味 (指数)
1	145.9	2.3	15.4	3.8	1.8
2	138.8	2.0	15.8	3.9	2.3
3	145.2	2.0	17.7	4.0	4.0
4	147.0	1.9	17.2	4.1	4.2
5	162.8	1.9	17.6	4.2	4.5

着色、食味の指数は0 (劣る) ~5 (優れる) の6段階評価で示した。

Brix、食味が4.2となり、果実品質はさらに向上したが硬度は0.1kg低下した。

カラーチャート値を基準にした収穫で、‘サマービュート’の果皮はカラーチャートの基準値が変わると地色の変化を示すa*値とb*値が変化した。L値とΔEab値は、カラーチャート値1からカラーチャート値2で僅かに変化した。それ以外では一定の傾向は認められな

表3 ‘サマービュート’の果皮色の変化

カラーチャート値	L*	a*	b*	ΔE*ab
1	67.1	-11.5	24.6	72.4
2	68.1	-10.5	22.4	72.5
3	70.0	-7.4	25.1	74.7
4	68.6	-5.7	25.4	73.4
5	67.6	-4.6	28.5	73.5

表色系は、L* : 暗(-)~明(+), a* : 緑(-)~赤(+), b* : 青(-)~黄(+)

$$\Delta E^*ab = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

表4 ‘サマーエンジェル’の果皮色の変化

カラーチャート値	L*	a*	b*	ΔE*ab
1	50.0	12.1	15.4	53.7
2	49.0	14.6	11.9	52.5
3	45.4	19.3	4.1	49.5
4	43.9	20.6	2.3	48.5
5	40.6	20.6	0.5	45.5

表色系は、L* : 暗(-)~明(+), a* : 緑(-)~赤(+), b* : 青(-)~黄(+)

$$\Delta E^*ab = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

った (表3).

また, ‘サマーエンジェル’ は収穫の基準となるカラーチャート値が変わると地色の変化を示すa*値とb*値だけでなく, L値とΔEab値も同様に変化し, 明度が変化した (表4).

‘サマービュート’ の機能性成分の内, 果肉の総フェノール量はカラーチャート値の基準による大きな変化は認められなかったが, 果皮のアントシアニン量は, カラーチャート値による収穫基準の変化に伴って大幅に増加した (表5). ‘サマーエンジェル’ についても果肉の総フェノール量はカラーチャート値の基準によって僅かに変わったが, 果皮のアントシアニン量は, カラーチャート値による収穫基準の変化に伴って大幅に増加した (表6).

表5 ‘サマーエンジェル’ の機能性成分の変化

C. C値	anthocyanin量 (果皮)	Total phenol (果肉)
	μg/g (DW)	mg/g (DW)
2	65.4	9.1
3	144.5	11.0
4	275.6	10.0

表6 ‘サマービュート’ の機能性成分の変化

C. C値	anthocyanin量 (果皮)	Total phenol (果肉)
	μg/g (DW)	mg/g (DW)
2	36.7	7.7
3	62.5	7.3
4	102.3	7.0

3-2 収穫後の追熟特性の把握

‘サマーエンジェル’ の収穫後の果実品質の変化を比較し, 表7に示した. カラーチャート値2による収穫では追熟しても糖度はほとんど変化しなかったが, 食味は追熟によって向上した. カラーチャート値3による収穫では, 収穫の時点で高品質であることから, 追熟による果実品質の変化は僅かであった. カラーチャート値4で収穫した果実は, 追熟によって糖度は向上し, 食味も僅かに向上した. ‘サマーエンジェル’ をカラーチャート値2~4で収穫して追熟すると, a*値には追熟による大きな変化はなかった. b*値はいずれの基準値による収穫でも追熟によって低下した. 低下の幅はカラーチャート値2>カラーチャート値3>カラーチャート値4の順に大きかった. またL*値も追熟によって低下した. ΔE*ab値はいずれの基準値でも追熟によって次第に低下する傾向が認められた. (表8).

表7 追熟による「サマーエンジェル」の果実品質の変化 (20°C)

C.C.値	追熟日数	果実重 (g)	硬度 (kg)	糖度 (°Brix)	酸度 (pH)	着色 (指数)	食味 (指数)
2	0	138.8	2.0	15.8	3.9	2.6	2.3
	2	132.7	2.1	15.4	4.0	3.1	3.0
	4	135.8	1.9	16.4	4.0	3.9	3.6
3	0	145.2	2.0	17.7	4.0	4.0	4.0
	2	128.9	2.1	18.9	4.0	4.9	3.8
	4	133.2	2.0	18.0	4.0	5.0	3.5
4	0	147.0	1.9	17.2	4.1	4.8	4.2
	2	140.0	2.0	18.4	4.1	5.0	4.2
	4	132.6	1.9	18.3	4.1	5.0	4.4

食味の指数は0 (劣る) ~5 (優れる) の6段階評価で示した。

表8 「サマーエンジェル」の果皮色の変化 (20°C)

C. C.値	追熟後日数	L*	a*	b*	ΔE*ab
2	0	46.6	17.5	12.6	51.3
	2	48.2	16.0	10.9	51.9
	4	46.4	18.3	7.8	50.5
3	0	41.2	22.5	6.9	47.4
	2	42.8	20.6	1.9	47.5
	4	42.7	20.5	1.2	47.4
4	0	42.8	21.0	1.6	47.7
	2	40.1	20.0	0.1	44.8
	4	40.3	19.5	0.0	44.8
	6	39.7	15.8	-2.9	42.8

表色系は, L*: 暗(-)~明(+), a*: 緑(-)~赤(+), b*: 青(-)~黄(+)

$$\Delta E^*ab = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

3-3 試作カラーチャート (第2版) の実用性の評価

‘サマーエンジェル’ のカラーチャートについて果樹担当の普及指導員, スモモ産地の営農指導員を対象にアンケート調査を実施した. 果皮色については「再現されている」と評価した人が61.8%であった. 淡い着色から淡黄色まで5段階としたことについては「適当である」と評価した人が85.3%であった. 「多い」は8.8%,

表9 スモモ「サマーエンジェル」のカラーチャートのアンケート結果

1 果皮色(地色)が再現されていますか?	再現されている。 61.8 %	再現されていない。 38.2 %
2 淡い着色~濃い着色までの5段階は	適当 85.3 % 多い 8.8 %	少ない 5.9 %
3 適当でない場合、適当と思われるのは?	3段階 75 % 4段階 0 %	6段階 25 % 7段階 0 %
4 背景の色(黒)は?	見やすい。 85.3 %	見にくい。 14.3 %

果樹担当の普及指導員とスモモ産地の営農指導員34名を対象に調査を実施した。

その他の具体的な意見

- 1 写真を基準にした方がよい
- 2 色が少し茶色い、畑ではもっと明るく見える
- 3 果粉のり方により、色が違って見える
- 4 果皮色がやや黒ずんでいるように感じた
- 5 2と3の中間が欲しい



図1 スモモ‘サマービュート’の試作カラーチャート



図2 スモモ‘サマーエンジェル’の試作カラーチャート



図3 スモモの製品版カラーチャートのデザイン

「少ない」は5.9%であった。背景色(黒)が「見やすい」と評価した人は85.3%であった(表9)。

以上の結果より、試作カラーチャートは十分な実用性があることが明らかになった。

4. 考 察

4-1 試作カラーチャート(第2版)の適応性

チャート色を基準にして‘サマービュート’を収穫すると果実品質はカラーチャートの基準値が上がるに従って向上した。この結果は、これまでに富田⁴⁾が示した地色が淡黄色になり、果実にやや弾力があることを目安に収穫するとした‘サマーエンジェル’の収穫基準やこれまでの試験結果と一致している。このことから熟度と果皮色の変化には相関があると考えられた。また‘サマーエンジェル’についてもカラーチャートの基準値が上がるに従って果実品質は向上した。‘サマービュート’の果皮色はカラーチャートの基準値が変わると、緑色が減り黄色味が増し、地色の変化を示す a^* 値と b^* 値が大きく変化したことから、果皮色の測定が適切であったことが示された。‘サマーエンジェル’については地色の変

化を示す a^* 値と b^* 値の変化に加え L^* 値の変化が大きかった。カラーチャート値が進むにつれて地色の黄色味が減少し、果皮の着色を示す a^* 値の変化が、次第に増加していることから、着色している部分の果皮色の測定が適切であったことが示された。

4-2 収穫後の追熟特性の把握

果樹では、樹種ごとに果実品質の評価基準が異なる⁵⁾。また、スモモは、品種ごとに追熟特性が異なるため、品種ごとに特性を明らかにする必要がある⁶⁾。本試験ではスモモの新品種‘サマーエンジェル’について収穫後の追熟特性を検討した。やや未熟なカラーチャート値2の収穫では4日追熟すると糖度が16.4°Brix、食味は3.6であった。カラーチャート値3で収穫すれば、2.0kgの果実硬度を維持し、糖度が18.0°Brix、食味が3.5で品質は向上した。カラーチャート値4の収穫でも品質は高く、硬度も維持できたが、果頂部の先熟した果実が多くなる傾向がある(データ略)ので、既報⁵⁾における‘サマービュート’の結果と併せて、消費者への流通を考慮すると、両品種ともカラーチャート値3での収穫が適当であると考えられた。

4-3 試作カラーチャート(第2版)の実用性の評価

アンケートの結果から、試作カラーチャートは十分な実用性があることが明らかになった。具体的な意見として、写真を基準にした方が良いといった意見もあったので、今後、写真による基準についても検討し、カラーチャートと合わせて実用化をめざす。

5. 結 言

スモモ‘サマービュート’および‘サマーエンジェル’のカラーチャートを開発し、デザインおよび製品化を行った。開発したカラーチャートは、果皮色を適切に表しており、カラーチャート値3で収穫することで、果実特性のよい時期での収穫が行えることを確認できた。スモモは、果皮色による収穫時期の判断が難しいが、本研究で開発したカラーチャートを用いることで、就農経験の多少に関わらず果実の収穫適期の判断ができるようになり、それにより高品質な果実の出荷が可能になると考えられる。開発したカラーチャートは、オリジナル品種供給協議会を通じて県内の栽培農家へ配布される予定で、普及が見込まれる。

参考文献

- 1) 山崎利彦, 鈴木勝柁, 村瀬昭治, 大竹 智: 果実の熟度判定のためのカラーチャートの作成とその利用に関する研究(第2報), 果樹試験場報告 A第8号:

P.79-84 (1981)

- 2) 鈴木勝柁, 山崎利彦, 村瀬昭治, 宮川久義, 野方俊秀, 水戸部満, 森田 彰: 果実の熟度判定のためのカラーチャートの作成とその利用に関する研究 (第3報) 成熟と果皮色との関係, 果樹試験場報告 A第8号: P.84-100 (1981)
- 3) 小野剛史, 玉井 浩, 小池洋男: リンゴ ‘さんざ’の果実地色用カラーチャートの作成, 長野果樹試験場報告 第5号: P.1-8 (1998)
- 4) 富田 晃: スモモ「サマービュート」「サマーエンジェル」の収穫適期 山梨県果樹試験場編平成19年度成果情報: P.250-251 (2007)
- 5) 富田 晃, 萩原栄揮, 鈴木文晃, 申田賢一: スモモ‘サマービュート’の収穫適期の把握と専用カラーチャートの開発, 山梨県総合理工学研究機構報告書 第7号: P.79-82 (2012)
- 6) 富田 晃, 萩原栄揮, 鈴木文晃, 申田賢一: スモモ‘サマービュート’および‘サマーエンジェル’の収穫適期の把握と専用カラーチャートの開発, 山梨県総合理工学研究機構報告書 第8号: P.63-66 (2013)
- 7) 果樹課題別研究会資料, 果実品質の評価基準と栽培上の問題, 農林水産省果樹試験場編集: 1-50 (1995)
- 8) 山梨県果樹園芸会, スモモ栽培の手引き: P.1-105 (1988)

成果発表状況

学会発表

- 1) 富田 晃・萩原栄揮・鈴木文晃・申田賢一: スモモ‘サマーエンジェル’収穫適期の把握と専用カラーチャートの把握, 園芸学会秋季大会, 盛岡, 2012

赤色系ブドウ専用カラーチャートの開発

小林 和司¹, 宇土 幸伸¹, 鈴木 文晃², 串田 賢一²

(¹山梨県果樹試験場, ²山梨県工業技術センター)

Development of the Color Chart for Red Grape Cultivars

Kazushi KOBAYASHI¹, Yukinobu UDO¹, Fumiaki SUZUKI² and Ken-ichi KUSHIDA²

(¹Yamanashi Fruit Tree Experiment Station, ²Yamanashi Industrial Technology Center)

要約: ブドウ‘ゴルビー’の果粒画像データを基に、7段階の赤色系ブドウ専用のカラーチャートを作成した。果皮色と果実品質の関係を調査した結果、果皮色と糖度、酸含量およびアントシアニン含量との相関が高く、果実品質を評価する指標として利用できることが示唆された。

Abstract: We developed seven steps of color chart for Red Grape Cultivars, based on the image data of berries of grape 'Gorby'. As a result of investigating a skin color and the relation of fruit quality, the skin color had the high correlation with a soluble solids concentration, a titratable acidity, and an anthocyanine content. It was suggested that a color chart can be used as an index of evaluation of fruit quality.

1. 緒言

現在、ブドウの果皮色の評価手段として、‘巨峰’などの黒色系品種では‘果実カラーチャート ブドウ赤・紫・黒系’¹⁾が使用されており、全国的な基準となっている。また、近年生産量が急増している‘シャインマスカット’など黄緑色系品種では、いくつかの県においては専用カラーチャート^{2, 3, 4)}が製作され、収穫期の判断基準として使用されている。一方、赤色系品種においては、独自のカラーチャート^{5, 6)}を用いて果皮色を評価している地域もあるが、多くの場合は‘果実カラーチャート ブドウ赤・紫・黒系’が代用されている。しかし、赤色系品種に対してこのカラーチャートを用いると、実際の果皮の色合いとカラーチャートの色調が異なるため、適切な評価が難しいといった問題がある。

そこで、消費者の人气が高く栽培者も多い‘ゴルビー’を材料とし、赤色系品種の果皮色の評価基準となるカラーチャートを試作するとともに、果皮色と果実品質の関係について諸調査を行ったのでその結果を報告する。

2. 実験方法

2-1 カラーチャートの試作

果皮色の異なる果粒を撮影ブースにおいて同一の照明環境のもと、色調整用ツールのCasmatchを設置し

た状態で撮影した(図1)。その画像を画像編集ソフトPhotoshopに取り込み、画像内の果粒の範囲を選択し、その範囲内の平均色を求めることでチャート色を抽出した。



図1 ブドウ‘ゴルビー’の果粒とCasmatch

2-2 果皮色と果実品質との関係

試験には、山梨県果樹試験場に植栽されている‘ゴルビー’3樹(8~16年生 露地栽培 T-5BB台 慣行法による無核栽培)に着生している果房を供試した。ベレーゾン期の2013年7月23日から9月17日まで7日間隔で各供試樹から10果粒を採取し、果皮色と糖度、酸含量、アントシアニン含量を調査した。果皮色の評価には7段階の果粒写真(図1)を用い、ブルームを拭き取った10果粒の果頂部の色を目視で判断した値を平均した。糖度は10果粒をまとめて搾汁し屈折計示度(アタゴ, PR-100)を用いて測定した。酸含量は、10粒をまとめて搾汁した果汁を0.05N-水酸化ナトリウムで中和滴定し酒石酸含量に換算した。アントシアニン含量の測定は以下のとおりに行った。果粒の腹部から直径10mmのコルクボーラーを用いて、1果粒から2枚、合計20枚の果皮を

採取した。果皮は、果汁を十分に除去した後、-20℃で冷凍保存した。果皮サンプルに10mlの50%酢酸を加え、16時間、4℃、暗条件下に静置した。その後、遠心分離(3000g, 5分)した上清を10mlに定容し、アントシアニン抽出液とした。分光光度計 (shimadzu UV-1200) を用いて抽出液の520nmの吸光度を測定し、Cy3Gの検量線 (Y=16.36x) によりアントシアニン濃度を求め、果皮の新鮮重あたりのアントシアニン含量に換算した。

8月21日には果皮色別に各3~40果粒 (合計215果粒) を採取し、1果粒ごと糖度を調査した。

3. 結果および考察

3-1 カラーチャートの試作

‘シャインマスカット’専用カラーチャートの作成時に用いた手法⁷⁾に準じ、果粒の画像データからチャート色を作成する方法で試作を行った。画像データからチャート色を特定する手法を用いるのは、ブドウの果皮は薄く、果肉の透明度も高いため、分光測色計による測色では正確な色の検出が困難であることと、画像から抽出した色が人の見た色の感覚に近かったという検討結果によるものである。

具体的な手法としては、標準光源下で果粒を撮影し、その画像を画像編集ソフトPhotoshopに取り込み、果粒の平均色からチャート色を抽出するという手法で行った。この時の画像の色補正にはCasmatchを用いた。

しかし、ほぼ一様に変化する‘シャインマスカット’の果皮色変化と異なり、‘ゴルビー’の果皮色は、地色である緑色がクロロフィルの消失により徐々に黄化しながら、アントシアニンの蓄積により赤色が着色していくような変化をする。そこで単色でのチャート色の表現の他に、果皮の変化を再現するようなグラデーションによるチャート色 (図2) の作成も行い、収穫適期の判断に適した色の表し方の検討を行った。その過程でブルームのある状態とない状態との比較や、グラデーションの表現の調整なども行いつつ、複数の試作カラーチャートの作成を行った。試作したカラーチャートは圃場作業者の感想などを反映し改良を進めた。最終的には、単



図2 グラデーションによるチャート色



図3 赤色系ブドウ専用カラーチャート

表1 ‘ゴルビー’専用カラーチャートのL*a*b*値

カラーチャート値	L*	a*	b*
0	65	-22	63
1	64	0	59
2	57	23	49
3	54	35	41
4	47	47	30
5	38	45	23
6	33	34	11

色による7段階のカラーチャート (図3, 表1) を試作した。この試作カラーチャートでは、チャート色の一部が全体の端にかかるとし、果実との色比較がしやすいようなデザインにした。併せて収納するケースもデザインし、それらの量産を行った。このカラーチャートは、今後、赤色系ブドウの果皮色の指標として活用するとともに、公立試験研究機関等に配布し、実用性について評価・検討を行う予定である。

3-2 果皮色と果実品質との関係

果皮色とアントシアニン含量、糖度、酸含量の関係を表2, 図4, 図5に、成熟期における果皮色と糖度の関係を図6に示したが、果皮色とアントシアニン含量、糖度、酸含量の間には相関が認められ、果皮色が進むにしたがってアントシアニン含量、糖度は増加し、酸含量は減少した。ブドウ赤色系品種においては果皮の着色と糖蓄積の関係性が強いことが知られている⁸⁾が、今回の結

表2 「ゴルビー」の果皮色とアントシアニン含量の推移 (2013)

調査日	7/30	8/6	8/13	8/20	8/27	9/3
C. C. 値	1.2	2.3	3.7	3.8	4.3	4.4
アントシアニン含量 (μg/cm ²)	3.0	6.8	12.3	17.4	21.9	27.4
糖度 (Brix)	13.5	16.1	18.0	19.6	19.7	20.0

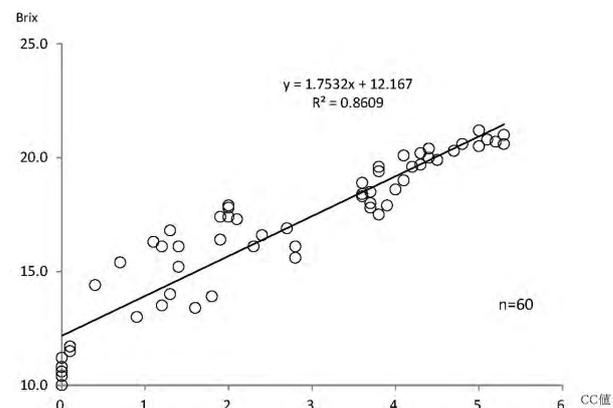


図4 ‘ゴルビー’における果皮色と糖度の関係 (2013.7.23~9.17)

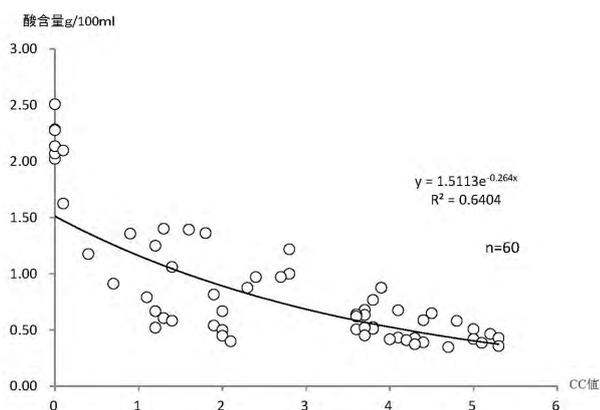


図5 ‘ゴルビー’における果皮色と酸含量の関係
(2013.7.23~9.17)

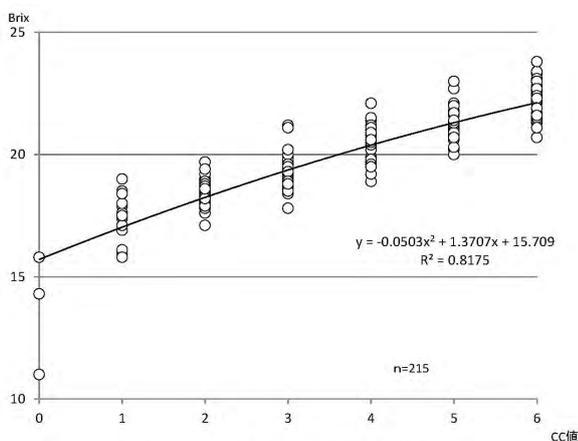


図6 ‘ゴルビー’における果皮色と糖度の関係
(2013.8.21)

果はそれに一致したものとなった。このことから、カラーチャート値は果実品質を評価する指標として利用できることが示唆された。

4. 結 言

果粒の画像データを基に、7段階の赤色系ブドウ専用のカラーチャートを作成した。果皮色と果実品質の関係を調査した結果、果皮色と糖度、酸含量およびアントシアニン含量との相関が高く、果実品質を評価する指標としてカラーチャートが利用できることが示唆された。今後、赤色系ブドウの果皮色の指標として活用するとともに、公立試験研究機関等に配布し、実用性について評価・検討を行う予定である。

参考文献

1) 監修：農林水産省果樹試験場 製作：日本色研事業株式会社 供給；富士平工業株式会社 販売：日本園芸農業協同組合連合会（1975）

2) 山下泰生：香川県における「シャインマスカット」の適期収穫に向けた取り組み，果実日本，vol.67 P.54-58 (2012)

3) 茨城県農業総合センター園芸研究所：ブドウ「シャインマスカット」の収穫期はカラーチャートで判断できる，茨城県農業総合センター園芸研究所研究成果情報（2011）

4) 小林和司，宇土幸伸，里吉友貴，齋藤典義，鈴木文晃，串田賢一：ブドウ「シャインマスカット」の専用カラーチャートの開発，山梨県果樹試験場研究成果情報（2012）

5) 近藤宏哉，伊藤 寿，石川裕一，亀岡孝治，橋本篤，元永佳孝：デジタル画像によるぶどう「安芸クイーン」専用カラーチャート，三重県農業技術センター研究成果情報（1997）

6) 岡山県農業総合センター農業試験場：赤色系大粒ブドウ「安芸クイーン」の栽培のポイント（1999）

7) 小林和司，宇土幸伸，里吉友貴，齋藤典義，鈴木文晃，串田賢一：ブドウ「シャインマスカット」の収穫適期の把握と専用カラーチャートの開発，山梨県総合理工学研究機構研究報告書第7号 P.75-78 (2012)

8) 宇土幸伸，小林和司，齋藤典義，里吉友貴，三森真里子：糖蓄積がブドウの着色に及ぼす影響の品種間差異と高糖度生産の重要性，山梨県果樹試験場研究成果情報（2011）

農畜産物の流通形態に対応した 鮮度保持技術に関する研究

Studies of Freshness Keeping Techniques Corresponding to Agricultural and
Livestock Products Marketing (Methods of Applying Peach and Chicken Meat)

氷温貯蔵によるモモ果実の品種別鮮度保持効果と 出庫後の温度管理

手塚 誉裕¹, 加藤 治¹
(¹山梨県果樹試験場)

Temperature control of the goods issue and post-breed-specific retention effect of freshness peach fruit with ice storage

Takahiro TEZUKA¹, Osamu KATOU¹
(¹Yamanashi Fruit Tree Experiment Station)

要約：貯蔵性が極めて低いモモ果実について、果実品質の低下を抑えるため氷温貯蔵による鮮度保持効果を確認したところ、品種間差はあるが28～42日間貯蔵できることが明らかになった。また果肉の硬い晩生種や収穫時に酸味が多い品種は貯蔵性が高かった。出庫後は果実品質が急速に低下しやすかったが、5℃で保冷することにより10～14日間の鮮度保持効果があった。

Abstract : About the peach fruits whose keeping is very low, the freshness retention effect by ice storage was checked. As a result, although there was varietal difference, it became clear that it can store for 28～42 days. Moreover, the kind with much acidity had high keeping at the time of a late variety with hard flesh, or harvest. Although fruit quality deteriorated quickly after leaving the garage, there was a freshness retention effect for 10～14 days by saving at 5℃.

1. 緒言

モモは本県の主要農産物であり、年間約53,000t生産されている。生産物は市場出荷が主体ではあるが、直売・宅配による販売や海外への輸出も増加しており流通形態は多様化している。市場出荷では、7月下旬に出荷量が集中するため価格が低下することから、果実の貯蔵等により計画的に出荷量を分散して価格を安定化することが望まれている。また、果実を貯蔵し、収穫が終了した9月以降に出荷するなど、長期的な販売戦略も必要とされている。一方、近年、直売や宅配を利用する生産者が増加している。これらの販売では、果実の貯蔵による消費者の要望に応じた対応が求められている。

一方、山梨県では販路拡大のため、輸出量の増加を図っている。現在、台湾や香港が輸出先の中心になっており、近年は特に香港への船便での海上輸送が増加している。しかし、船便は輸送期間が10～14日ほどかかるため、果実の品質が低下しやすい。モモ果実は貯蔵性が極めて低く、25℃の常温下で3日程度、5℃の低温貯蔵で10日間程度であり、それ以上になると果肉が軟化し風味が消失して食味が低下する。これらの課題に対応するためには、各流通形態に対応した鮮度保持技術の開発が必要とされる。

そこで本研究では、-1℃の氷温貯蔵でモモを長期貯蔵したときの品種別の鮮度保持効果、および出庫後の温度

管理による品質変化を明らかにしたので報告する。

2. 実験方法

2-1 氷温貯蔵における各品種の鮮度保持効果

長期貯蔵を目的に、氷温貯蔵による主要品種の鮮度保持効果について検討した。試験には、JAに出荷された果実を用い、共選所の透過型光センサーで適熟果を選別し、熟度を揃えた。供試品種は、中生種の「白鳳」・「浅間白桃」・「嶺鳳」・「一宮白桃」・「なつっこ」、晩生種では「川中島白桃」・「ゆうぞら」・「幸茜」・「さくら」とした。

各品種について貯蔵試験を2010～2013年にかけて実施した。貯蔵方法は、収穫用コンテナに緩衝材のウレタンを敷き、その上にフルーツキャップを装着した果実を並べた。氷温庫に入れる際は、果実が結露しないように収穫用コンテナをポリビニール袋で包装した。試験は果樹試験場内の氷温庫（三菱ARU22A1）を使用し、庫内の温度を-1℃に設定して貯蔵した。庫内湿度は果実の乾燥防止のため80～90%とした。

貯蔵中の果実品質は、貯蔵開始から7日間隔で、硬度、糖度、酸度、食味、外観などを調査した。食味については4段階評価として判定した。評価基準は、評価4は収穫時と同程度、評価3は風味がやや減少、評価2は風味の低下および果肉がやや軟化、評価1は風味の消失

および果肉の粉質化・褐色化とし、評価2までが商品性がある果実とした。調査果実数は各区10果とし、調査人員は4～5名で行った。なお、氷温庫から出した直後の果実は冷却されているため、出庫後15℃で15時間保冷処理し、果実を常温にもどした後に食味などの調査を行った。

また果実からのエチレン発生量の測定は、「幸茜」を用い、貯蔵温度別（-1℃、5℃、15℃）の発生量を測定した。

2-2 氷温貯蔵における出庫後の温度管理方法

長期間氷温貯蔵した果実を常温下におくと、果肉が軟化し、品質が低下しやすい傾向みられる。そのため、長期間氷温貯蔵した果実の出庫後の鮮度保持を図るため、出庫後の温度管理について検討した。

供試品種は、「白鳳」を用い、果実はJA共選所の透過型光センサーで適熟果を選別し、熟度を揃えた。貯蔵方法は試験2-1と同様に-1℃設定の氷温庫内で30日間貯蔵した。出庫後の保存温度による果実品質を調査するため、果樹試験場内の冷蔵庫を使用し、保存温度を5℃、15℃、25℃に設定して保管した。果実調査は、出庫直後、出庫3日後、5日後、10日後、15日後に実施した。また、-1℃設定の氷温庫内に30日間貯蔵し、出庫後に5℃で保冷した果実について品種別に品質を調査した。供試品種は、肉質の異なる「一宮白桃」、「なつっこ」、「幸茜」とした。果実調査は、前述の「白鳳」と同様に行った。

3. 結果

3-1 氷温貯蔵における各品種の鮮度保持効果

県内のモモの主要品種について、氷温で果実を貯蔵し、貯蔵中の品質について調査した。貯蔵中の庫内の温度は-0.5℃～-1.5℃で推移した。また、貯蔵中の庫内湿度は80%～90%であった。貯蔵中の食味の推移は、中生種では「浅間白桃」が最も食味が優れ、貯蔵35日目まで食味の良い状態が継続し、それ以降は徐々に低下

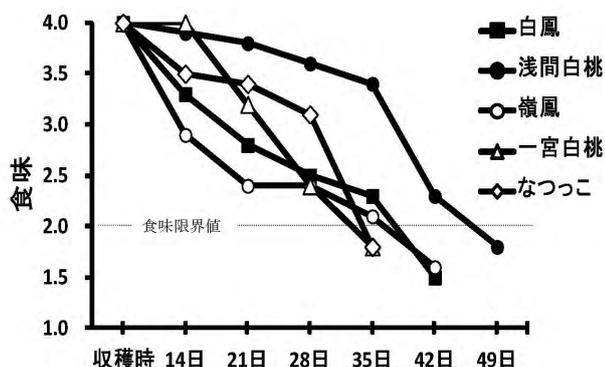


図1 モモの氷温貯蔵における各品種の食味の推移 (中生種)

した。「なつっこ」は、貯蔵28日後まで食味が良かったが、貯蔵日数の経過に伴い急激に低下した。「白鳳」、「一宮白桃」、「嶺鳳」では、貯蔵開始から徐々に風味が減少し、食味の低下がみられた (図1)。

晩生種では、「幸茜」、「さくら」が貯蔵28日後まで食味に優れ、以降は徐々に風味が減少し、食味は低下した。「川中島白桃」は貯蔵開始から風味の減少がみられ、食味が低下した。「ゆうぞら」は貯蔵開始から風味の減少および果肉の軟化がみられ、食味が低下した (図2)。

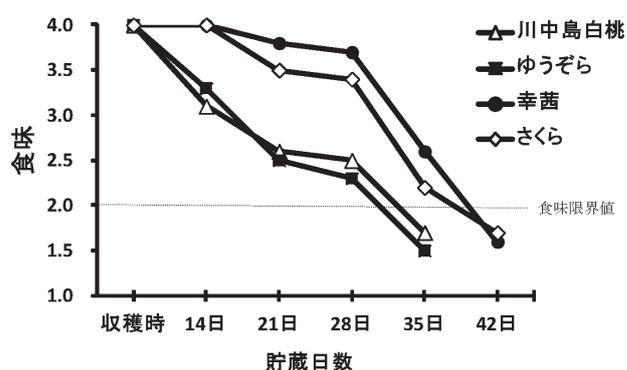


図2 モモの氷温貯蔵における各品種の食味の推移 (晩生種)

「白鳳」、「幸茜」における貯蔵中の果実硬度、糖度、酸度の推移を図3、図4、図5に示した。果実硬度は、「白鳳」、「幸茜」とも収穫時の硬度よりやや低下したが、硬度2.0kg以上を維持した (図3)。収穫時の糖度は、「白鳳」は12°Brix、「幸茜」は14°Brixであり、貯蔵中における糖度の変化は少なく、収穫時と同程度で推移した (図4)。酸度 (pH) は、貯蔵開始から14日後まで徐々に高くなり、その後28日後までは変化がなかったが、35～42日後になると再び高くなる傾向がみられた (図5)。

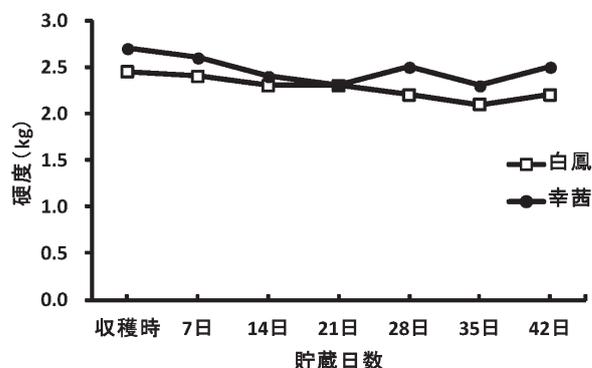


図3 氷温貯蔵におけるモモ果実硬度の推移 (白鳳, 幸茜)

-1℃貯蔵における各品種の貯蔵可能日数は、「浅間白桃」が42日、「幸茜」、「さくら」、「嶺鳳」、「白鳳」が35日、「一宮白桃」、「なつっこ」、「川中島白桃」、「ゆうぞら

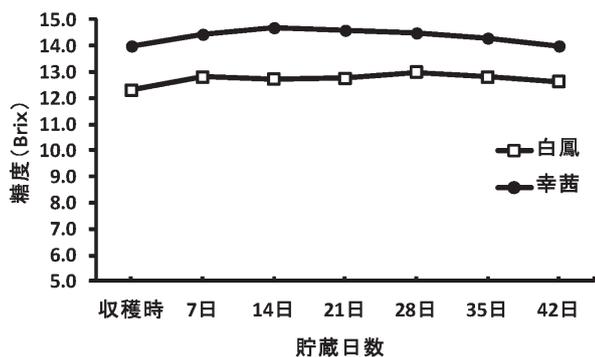


図4 氷温貯蔵におけるモモ果実糖度の推移 (白鳳, 幸苗)

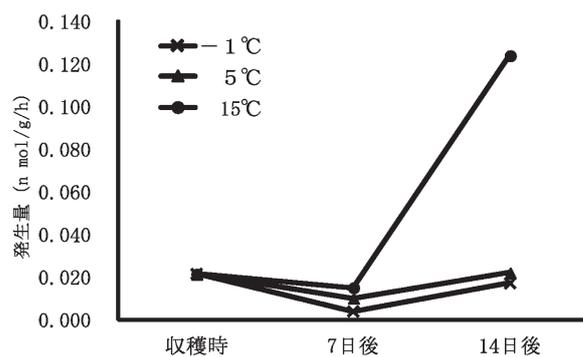


図6 貯蔵温度によるエチレン発生量の推移 (幸苗)

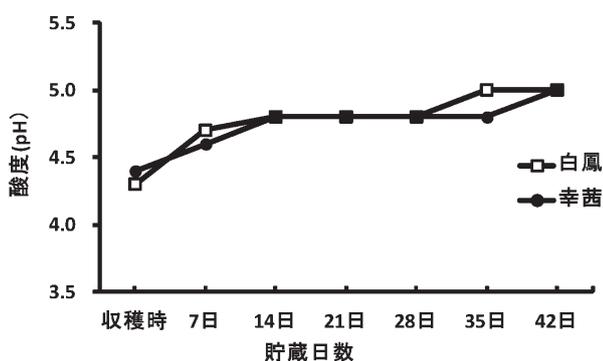


図5 氷温貯蔵におけるモモ果実酸度の推移 (白鳳, 幸苗)

のエチレン発生が抑制され、貯蔵性に影響すると考えられた。

3-2 氷温貯蔵における出庫後の温度管理方法

「白鳳」の果実を30日間氷温貯蔵し、出庫後の保存温度による果実品質について調査した。その結果、出庫後25°Cで保存すると、3日後に硬度が2.7kgから0.8kgまで急激に低下し、食味も同様に3日後で低下し、食味不良となった。

出庫後15°C保存では、3日後で硬度が2.7kgから1.2kgまで低下し、5日後は1.0kgになり、果肉が軟化した。ま

表1 氷温貯蔵における貯蔵可能日数および果実品質

品種	貯蔵可能日数	調査日	硬度 (kg)	糖度 (°Brix)	酸度 (pH)
浅間白桃	42	収穫時	2.5	13.1	4.5
		42日後	2.5	13.3	4.8
幸苗	35	収穫時	2.9	17.3	4.4
		35日後	2.9	16.1	4.8
さくら	35	収穫時	2.8	16.0	4.6
		35日後	2.5	16.2	5.0
嶺鳳	35	収穫時	2.5	13.9	4.8
		35日後	2.3	14.1	5.4
白鳳	35	収穫時	2.5	12.3	4.4
		35日後	2.3	12.6	4.9
一宮白桃	28	収穫時	2.5	14.6	4.8
		28日後	2.3	14.8	5.3
なつっこ	28	収穫時	2.5	14.3	5.3
		28日後	2.4	14.0	5.6
川中島白桃	28	収穫時	2.4	13.1	4.9
		28日後	2.1	13.0	5.3
ゆうぞら	28	収穫時	2.4	14.3	4.9
		28日後	2.2	13.6	5.2

ら」が28日であった。品種により異なるが、収穫時に酸味が多い品種や収穫時の硬度が高い品種で貯蔵性が優れる傾向があった (表1)。

「幸苗」について貯蔵温度別のエチレン発生量を測定した結果、15°Cでは、7日以降に発生量が多くなった。-1°Cおよび5°Cでは、貯蔵中の発生量は少なく推移した。(図6)。以上の結果から、低温処理により果実から

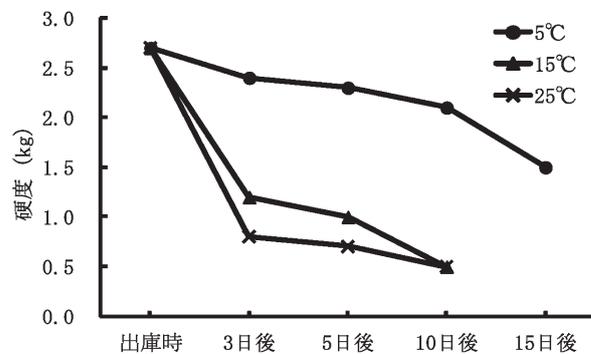


図7 氷温貯蔵出庫後の保存温度における果実硬度の推移 (白鳳, -1°C30日間貯蔵)

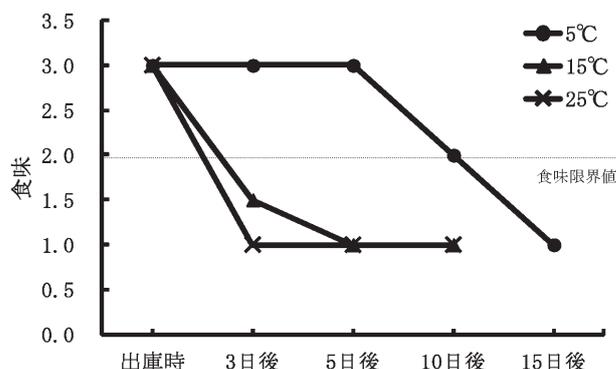


図8 氷温貯蔵出庫後の保存温度における食味評価の推移 (白鳳, -1°C30日間貯蔵)

た、出庫後3日後で果肉の軟化や褐変がみられ、食味不良となった。出庫後5℃保存では、10日後の硬度は2.1kgで果肉が保持されたが、食味は限界値の2.0であった。15日後は1.5kgに低下し、果肉が軟化して食味不良となった(図7, 8)。

品種による出庫後(5℃保冷)の果実品質を調査した結果、硬度は「なつっこ」、「幸茜」が15日後まで硬度2.0kg以上を保持していた。「一宮白桃」は10日後まで硬度を保持した(図9)。出庫後の食味は、「なつっこ」では、5日後に風味が低下した。「一宮白桃」、「幸茜」は10~14日後まで食味が保持された(図10)。

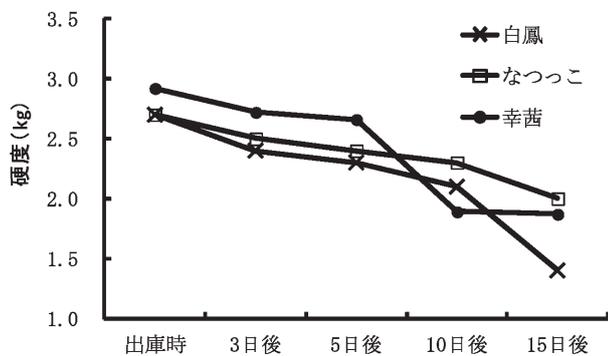


図9 モモ品種における氷温貯蔵出庫後の硬度の推移 (-1℃30日間貯蔵, 出庫後5℃保冷)

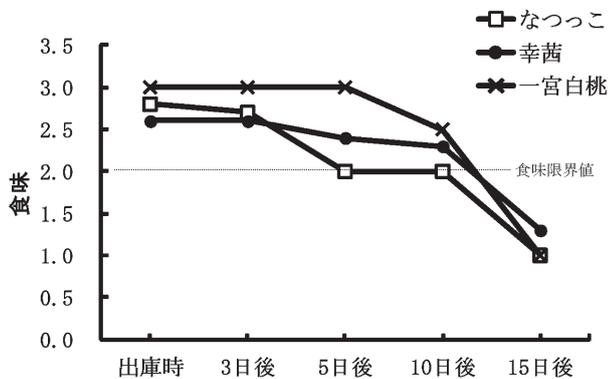


図10 モモ品種における氷温貯蔵出庫後の食味評価の推移 (-1℃30日間貯蔵, 出庫後5℃保冷)

4. 考 察

果実の氷温貯蔵については、イチゴやブドウなどで長期間の鮮度保持が可能であることが報告されている¹⁾²⁾。

本研究により県内で栽培されているモモの主要品種について、氷温貯蔵による鮮度保持効果を調査した結果、品種間差はあるが28日~42日間の貯蔵が可能であることが明らかになった。一般に果実では貯蔵温度がエチレン発生量や果肉の色・軟化の速さなどに影響し、温度が高いほどその影響は大きいとある³⁾。このことから、

-1℃の低温で貯蔵することにより、果肉の軟化や追熟が抑制され、鮮度保持効果があったと考えられた。貯蔵期間中の果実品質は、硬度や糖度は貯蔵30日後においても収穫時と差はなく、氷温貯蔵の効果がみられた。貯蔵後における果実の酸味は、収穫時と比較して減少した。果実の外観は、「幸茜」や「さくら」は着色が濃くなるが、商品性に問題はなかった。また、カビなどの発生はなく、貯蔵後の外観に問題はなかった。貯蔵日数の経過に伴い、モモ独自の香りが次第に減少し、食味に影響した。各品種の貯蔵可能日数を過ぎると、香りが消失し、果肉が褐変した。したがって、貯蔵中は定期的に果実の品質を確認する必要があると考えられた。

貯蔵が終了し、氷温庫から出庫すると果実が急激に軟化・褐変し、果実品質が急激に低下する。本研究から出庫後5℃で保冷することで、品種により差はあるが10日間ほど果実硬度や食味を保持できることが明らかとなった。そのため、実際の流通にあたっては5℃保冷を基本として果実を取り扱うことが重要になる。また、長期貯蔵を行うにあたっては、貯蔵性から、果肉の硬い品種や酸味の多い品種の利用が考えられる。今後の課題としては、貯蔵中にみられる風味(香り)の低下を抑制することが可能になれば、さらに貯蔵性が向上すると考えられる。

また、モモの鮮度保持については、氷温貯蔵の他に鮮度保持剤による試験をしている。山梨県総合理工学研究機構研究報告第7号では、エチレン作用抑制剤の1-MCP(商品名スマートフレッシュ)について報告している。

果実の軟化および成熟は果肉中で生成されるエチレンの作用によるものである。モモはリンゴやキウイフルーツなどと異なり、樹上の着果果実で既にエチレンが生成され、収穫後の果実の日持ち性についても関与している⁴⁾。果実の鮮度保持としてリンゴやカキ、ナシなどに利用されている1-MCPは現在モモへの使用登録はされていないが、鮮度保持効果があると考えられる。今後、登録が認可されれば1-MCP処理と氷温貯蔵の組合せにより、さらに鮮度保持効果の向上が図られる可能性がある⁵⁾。

本研究の結果、氷温貯蔵によりモモの長期的な鮮度保持が可能になったことから、市場出荷では、市況により出荷量の調整ができるようになると考えられる。また直売や宅配などを利用し、消費者の要望に対応した販売も可能となる。さらに、現在、増加している香港や台湾への輸出は5℃での輸送が主流になっているが、今後、長期間の鮮度保持される氷温貯蔵を利用することにより果実品質の維持だけでなく需要の多い時期に合わせた輸出やシンガポールなどさらに遠方の国への輸出など今後の活用が期待される。

5. 結 言

モモ果実の鮮度保持には、-1℃での氷温貯蔵により品種間差はあるが、28～42日間の保存が有効であることが明らかとなった。また氷温庫から出庫後5℃で保冷することで、品種間差はあるが10日間ほど果実硬度や食味を保持できることも明らかとなった。

今後、氷温貯蔵によるモモの販売拡大を進めるためには、貯蔵施設の整備や専門業者への貯蔵委託などの検討が必要となると考えられる。さらに、輸送方法等が変わるため、流通体制の整備も必要となるであろう。氷温貯蔵により、モモの有利販売が可能となり、生産者の所得向上につながることを期待したい。

謝 辞

試験の遂行にあたりご指導、ご助言をいただきました総合理工学研究機構の雨宮圭一研究管理幹に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 加藤弘道, 張 樹槐, 福地 博, 氷温冷蔵に関する研究, 弘大農生報, P.37-45
- 2) 山根照美, 松本通夫, 安藤一嘉, 松田弘毅: 野菜・果実の氷温貯蔵に関する研究 (2), 1984, 鳥取県食品加工研研究報告28号, P.1-9
- 3) 加藤公道, 佐藤良二: 異なる温度での白肉桃の追熟生理, 1975, 園学雑, 44 (1), P89-97
- 4) 土師 岳: 硬肉モモの成熟・軟化に及ぼすエチレン生成の影響および肉質の遺伝に関する研究, 2007, P.16-27
- 5) 手塚誉裕, 加藤 治: エチレン作用阻害剤1-MCP処理によるモモ貯蔵果実の鮮度保持効果, 2012, 山梨県総合理工学研究機構研究報告, 第7号, P.83-85

香港の中秋節に向けたモモの輸出実証試験

手塚 誉裕, 加藤 治
(山梨県果樹試験場)

Export verification test of peach for the Mid-Autumn Festival in Hong Kong

Takahiro TEZUKA, Osamu KATOU
(Yamanashi Fruit Tree Experiment Station)

要約: 香港の中秋節にあたる9月下旬に向けてモモを輸出することを目的に, 8月下旬収穫の「幸茜」・「さくら」について-1℃で氷温貯蔵した後, 海上輸送した。輸送中の箱内温度は, 通関や船積み時に一時的に上昇したが概ね5℃を保持していた。輸送中の湿度は80%以上で推移したが, 一部のダンボール箱が吸湿により変形した。輸送中の果実への衝撃は, 通関と船積み時に発生した。香港到着時の「幸茜」の食味は良好であったが, 「さくら」は香りが減少していた。また, 1-MCP処理した果実は到着後の硬度が高く, 軟化を抑制する効果がみられた。到着後25℃の常温で保存すると, 1日後には果肉が褐色化し食味不良となったことから低温で保存することが必要と考えられた。

Abstract: Verification test was carried out in late August for the purpose of exporting a peach in late September when it will hit Mid-Autumn Festival of Hong Kong. "Sachi-Akane" and "Sakura" of peach were exported by ship after carrying out ice storage at -1℃. The temperature in a carton box was about 5℃ under transportation, although it rose temporarily at the time of customs clearance or loading. The humidity in a box was 80% or more under transportation. Some of carton boxes were deformed by moisture absorption. The shock to the fruits under transportation occurred at the time of customs clearance, and loading. The eating quality of the Hong Kong arrival time was good on "Sachi-Akane", although the scents of "Sakura" was decreased. The hardness was high after arrival on the fruits which carried out 1-MCP processing. It was effective for 1-MCP processing to control softening. When saved at 25℃ normal temperature after arrival, the eating quality was poor and the flesh was browning after one day. It seemed to be necessary that the fruits saved at low temperature after arrival.

1. 緒言

モモは本県の主要農産物であり, 年間約53,000t生産されている。出荷先は国内の市場がほとんどであるが, 近年, 農産物の輸出拡大に向けた取り組みがなされ, 年間230t程度が輸出されている。現在の主な輸出先は香港や台湾で, 輸出されている時期は, 収穫最盛期の7月上旬から8月下旬に限られている。しかし, 輸出先で有利販売を行うには小売価格の高い時期や需要の多い時期を狙って出荷する必要がある。香港の中秋節は贈答用など果実の需要が多く, 特にモモは人気が高いため, この時期に食味の良い果実を輸出できれば有利販売が期待できる。この時期に向けて本県のモモを品質の良い状態で輸出するためには, 収穫期の果実を出荷まで一定期間貯蔵しておく必要がある。

一方, これまでの研究成果によりモモを-1℃の氷温で貯蔵すれば28日程度の保存が可能なが明らかにな

っている¹⁾。

そこで, 本研究では輸出による販路拡大のため, 全体量の80%を占める香港を輸出先として, 有利販売が期待できる中秋節(9月下旬)の出荷を目標に, 輸送コストの安価な海上経路による輸出の可能性について実証試験を実施したので報告する。

2. 実験方法

2-1 供試材料

供試品種は, 「幸茜」, 「さくら」とした。「幸茜」はJAふえふき, 「さくら」はJAフルーツ山梨に出荷された果実(2013年8月28日収穫)を用い, 共選所の透過型光センサーで適熟果を選別し, 熟度を揃えた。さらに, 果実への押し傷などがいないかを確認してから供試した。

2-2 エチレン作用阻害剤処理および貯蔵方法

収穫された当日に、各品種の約半数の果実に鮮度保持剤であるエチレン作用阻害剤の1-MCP（スマートフレッシュ、ロームアンドハース社）を処理した。120Lのプラスチックコンテナに果実を入れ、密閉暴露処理をした。濃度は2,000ppbとし、20℃の室内で15時間処理をした。残りの果実は無処理とした。貯蔵方法は、収穫用コンテナに緩衝材のウレタンを敷き、果実を並べた。氷温庫に入れる際は、果実が結露しないように収穫用コンテナをポリビニール袋で包装した。試験は果樹試験場内の氷温庫（三菱ARU22A1）を使用し、庫内の温度を-1℃に設定して貯蔵した。庫内湿度は果実の乾燥防止のため80～90%とした。

2-3 輸送方法および輸送経路

試験は香港の中秋節（2013年9月20日）に果実が到着するように実施した。9月9日（貯蔵12日間）に氷温庫から果実を出庫し、フルーツキャップに入れて輸出用のダンボール箱（5kg）に箱詰めした。箱は、通気口の無いもので、材質等は通常の市場出荷用と同様である。「幸茜」、「さくら」とも1-MCP処理を2箱、無処理を3箱とし、品種ごとに5箱重ねて包装した（写真1）。

また、輸送中の箱内の温度・湿度・衝撃を測定するため、5箱重ねた最上部と最下部の箱内にセンサーを設置した。箱内の温湿度・衝撃は、センサタグ（藤田電気製

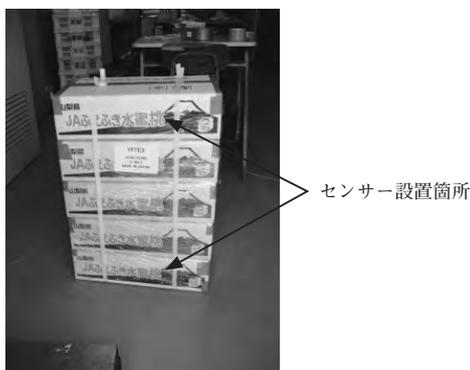


写真1 梱包の状態

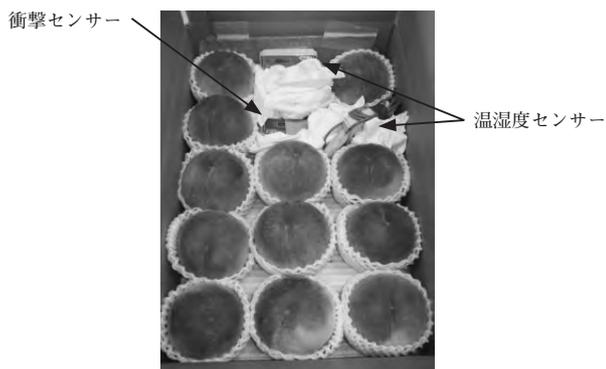


写真2 センサタグの設置

作所、295F）を使用し、温湿度データは10分間隔、衝撃データは連続的に測定した（写真2）。

輸送は、民間の輸送業者に依頼した。9月9日に氷温庫から出庫後、ただちに発送し、5℃保冷のトラックで東京港の倉庫（5℃）に搬入し、輸出申告作業後、コンテナ船（5℃）で香港まで海上輸送した。香港港での通関後、山梨中央銀行香港事務所まで5℃保冷のトラックで輸送した。到着後は、25℃の室内で保存した。

2-4 果実品質調査

果実品質調査は、発送前・山梨中央銀行香港支店に到着時、1日後、2日後に行った。調査項目は、果実や出荷箱の傷み程度、果実硬度、糖度、酸度、香り、果肉の褐変、食味とした。

3. 結果

3-1 輸送日数および輸送時の温度・湿度・衝撃の状況

輸送は、9月9日に果樹試験場から発送後、9月10日に東京港の倉庫に搬入された。輸出申告作業後9月13日に船積みされ、東京港を出港した。香港港には9月17日に到着し、通関手続き後、倉庫に搬入された。山梨中央銀行香港事務所に着したのは9月21日であった。発送から香港到着までの所要日数は13日であった。

輸送過程における箱内の温度推移を図1に示した。輸送中の箱内温度は5～6℃で推移したが、東京港での通関検査時に2時間程度14℃まで上昇した。また、海上輸送時は5～6℃に保持されていた。香港港に到着後、倉庫への搬入時に一時的に温度が8℃程度まで上昇した。箱積みの上部と下部の箱内温度は、海上輸送時において上部より下部が1℃程度低かった。

輸送過程における箱内の湿度推移を図2に示した。輸送中の箱内湿度は、84～97%で推移した。箱積みの上部と下部の箱内湿度は、輸送時において上部より下部が5%程度低かった。

輸送過程における箱内の衝撃の推移を図3に示した。

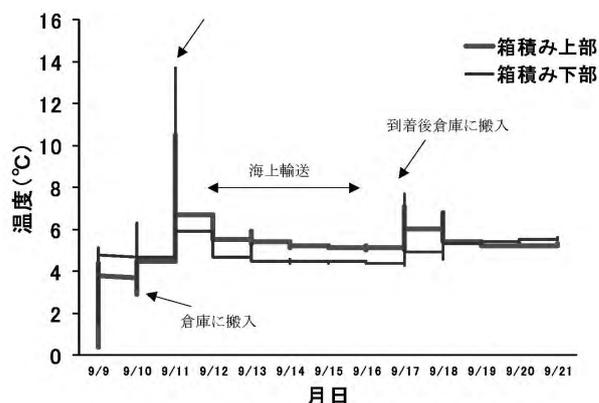


図1 輸送過程における箱内温度の推移

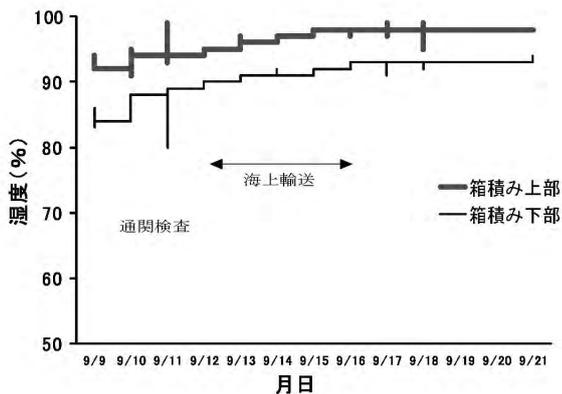


図2 輸送過程における箱内湿度の推移

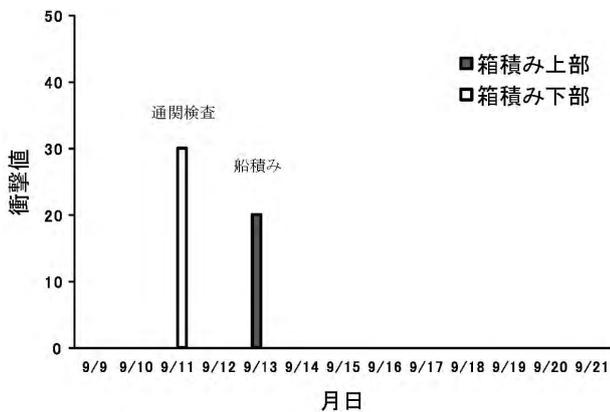


図3 輸送過程における果実への衝撃の推移

※数値30は高さ5cm程度から箱を落とした時と同等の衝撃

東京港での通関検査の際に衝撃値30、コンテナ船への積み込み時に衝撃値20となった。その他には輸送中において大きな衝撃はなかった。

3-2 輸送後の着荷状況および果実品質

山梨中央銀行香港支店に到着後、果実や出荷箱の損傷程度の確認および果実品質を調査した。輸送後の出荷箱の状況は、最下部の箱の一部がつぶれて変形していた。果実の腐敗や着色などは問題なかったが、最下部の箱で2果押し傷が見られた。発送前および到着後の果実品質を表1に示した。「幸蒨」では、1-MCP無処理区における発送前の果実硬度は2.6kgであり、到着時は2.0kgに低下した。到着1日後は1.3kg、2日後は1.1kgで軟化がみられた。糖度は、発送前が16.2°Brix、到着後が16.6°Brixで大きな差はみられなかった。酸度は、発送前がpH4.7で到着後pH5.5と高くなった。到着時の食味は発送前と比較し、香りがやや減少していたが良好であった。到着1日後は果肉が褐変し、食味が低下した。到着2日後は、果肉の軟化および褐変が進行した。

1-MCP処理区の果実硬度は無処理区と比較し、到着後の硬度が高く処理効果がみられた。食味などその他の品質については無処理区と同様であった。

「さくら」では、1-MCP無処理区における発送前の果実硬度は3.0kgであり、到着時は2.5kgに低下した。到着1日後は2.1kg、2日後は1.8kgであった。糖度は、発送前が18.5°Brixで、到着後が18.0°Brixで大きな差はみられなかった。酸度は、発送前がpH5.0で到着後pH5.2とやや高くなった。到着時の果実は発送前と比較し、香りの低下がみられ食味不良であった。到着1日後は、果肉が褐変し、食味不良であった。到着2日後は、果肉の硬度は維持されていたが褐変が進行した。

1-MCP処理区の果実硬度は無処理区と比較し、到着後の果実硬度がやや高い傾向があった。

表1 輸送後の果実品質

品 種	調査日	1-MCP処理	硬度	糖度	酸度	香り	食味
			kg	Brix	PH		
幸 蒨	発送前	処理区	2.7	17.3	4.7	多	良
		無処理	2.6	16.3	4.7	多	良
	到着時	処理区	2.2	16.2	5.5	中	やや良
		無処理	2.0	16.6	5.5	中	やや良
	1日後	処理区	1.7	18.0	5.6	中	不良
		無処理	1.3	16.3	5.6	中	不良
2日後	処理区	1.4	18.0	5.6	中	不良	
	無処理	1.1	17.0	5.6	中	不良	
さくら	発送前	処理区	3.0	18.3	5.0	中	良
		無処理	3.0	18.5	5.0	中	良
	到着時	処理区	2.7	18.5	5.0	少	不良
		無処理	2.5	18.0	5.2	少	不良
	1日後	処理区	2.3	18.4	5.6	少	不良
		無処理	2.1	17.6	5.6	少	不良
2日後	処理区	1.7	16.4	5.6	少	不良	
	無処理	1.8	17.5	5.6	少	不良	

※調査は各区10果、到着後25°Cで保存



写真3 香港到着時の果実 (幸蒨)

4. 考 察

果実の輸出実証試験については、輸送中の振動が果実に与える影響についてモモ、リンゴ、ナシなどで報告がある。^{3, 4, 5, 6)}しかし、モモの海上輸送における温度変化や果実品質について実証試験で検討した例はない。

山梨県から香港までの輸送日数は通常であれば10日程度であるが、本試験では13日間を要した。原因は香港港に到着後、倉庫に搬入されたが輸送業者の業務の都合により4日間輸送が停滞したことによる。海上輸送は多くの業者が関係し、計画した日程どおりに輸送されない場合もあるので、果実の鮮度に影響を及ぼすこともあると考えられた。

輸送中における箱内の温度については、通関検査や倉庫搬入時に一時的に上昇したが、その他ではほぼ一定の温度に保持されており果実品質に大きな影響はなかった。また、海上輸送中のコンテナ内の温度は箱積み下部でやや低く推移したが、5~6℃を保持しており問題はなかった。

輸送中における箱内の衝撃は、東京港における通関時とコンテナ船への積み込み時に認められた。到着後の果実に押し傷があったため、輸送中の青果物の取り扱いに問題あると考えられた。また、輸送後に出荷箱の最下部の一部がつぶれて変形していたが、これは輸送中の高湿度状態によりダンボールが水分を含み軟化して強度が低下したところに荷重がかかったためと考えられる。今野ら²⁾は、輸送コンテナ内では高湿度の環境に置かれるため、強度の高いダンボール箱を使用する必要があると指摘している。これらのことから、果実の損傷を防ぐための緩衝資材や耐水性の出荷箱などの検討も今後の課題と考えられた。

また、輸送後の果実品質は、到着時では「幸茜」が食味良好で商品性があつたが、「さくら」は香りの低下により食味不良となり、商品性はなかった。品質については、品種間差があるので輸出に適した品種を選定する必要があると考えられた。また、到着1日後、2日後の果実品質については室温（約25℃）で保存していたことから「幸茜」、「さくら」とも果肉が軟化し褐色化した。そのため、到着後は低温で保存することが重要と考えられた。

モモにおける1-MCPの鮮度保持効果については筆者ら¹⁾が報告しているが、輸出に使用した場合においても、硬度の低下を抑制する効果がみられ、今後、さらに処理方法や品種別の効果等について検討する必要があると思われた。

本実証試験では陸上および海上輸送の温度設定値を5℃としたが、到着時の果実品質を見ると発送時に比べてpHが上昇していることから5℃では呼吸など物質代謝に係わる酵素の働きが完全に止まっておらず、品質の低下

が進んでいるものと考えられた。これに対して、-1℃の氷温では果実中の酵素の働きは停止していると推測され、それによって30日以上貯蔵が可能なることから今後は-1℃での輸送体系について検討する必要があると思われる。

以上の結果から、8月下旬に収穫したモモを氷温貯蔵し、香港の中秋節の時期に海上輸送経路により輸出することは可能と考えられたが、包装資材の改善や到着後の適正な温度管理・輸出に適した品種など、さらなる検討が必要であろう。

また今後、県内産モモの輸出量を増加させるためには、流通体制の整備、販路の拡大や鮮度保持技術の向上が重要であると考えられた。

5. 結 言

モモを香港の中秋節に品質の良い状態で輸出するためには、果肉が硬く食味の良い晩生品種を用い、出荷から小売までの一貫したコールドチェーン体制を構築する必要がある。

謝 辞

試験の遂行にあたりご指導、ご助言をいただきました総理工学研究機構の雨宮圭一研究管理幹に感謝申し上げます。また、試験にご協力していただきました山梨中央銀行香港事務所の職員の方にお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 手塚誉裕, 加藤 治: エチレン作用阻害剤1-MCP処理によるモモ貯蔵果実の鮮度保持効果, 山梨県総理工学研究機構研究報告, 第7号, P.83-85 (2012)
- 2) 今野 勉, 工藤 真: モモの輸出に対応した生産・流通システムの構築および実証, 国産果実の輸出促進に向けた低コスト生産・流通システムの開発, P.106-110 (2011)
- 3) 石川 豊, 北澤裕明, 今野 勉: 航空便と船便による果実輸出中に発生する衝撃比較, 日本食品保蔵学会誌, Vol.39, No1., P.25-30 (2013)
- 4) 徳田正樹, 廣瀬正純, 川口和晃, 小笠原温, 椎名武夫: ナシ海外輸出実証試験 (第2報), 大分県産業科学技術センター研究報告, P.30-33 (2007)
- 5) 徳田正樹, 廣瀬正純, 川口和晃: ナシ海外輸出実証試験 (第3報), 大分県産業科学技術センター研究報告, P.30-33 (2009)
- 6) 今野 勉, 小野寺玲子, 工藤 信, 伊藤良久, 石川 豊, 中村ゆり, 羽山裕子: モモ輸出における荷痛み防止法, 東北農業研究, Vol.63, P.107-108 (2010)

モモ果実の香気に及ぼす貯蔵の影響

時友裕紀子¹, 手塚 誉裕², 加藤 治²
(¹山梨大学, ²山梨県果樹試験場)

Effects of the storage on the flavor of peach

Yukiko Tokitomo¹, Takahiro Tezuka² and Kato Osamu²
(¹University of Yamanashi, ²Yamanashi Fruit Tree Experiment Station)

要約：山梨県産のモモを用い、溶媒抽出・SAFE法により香気濃縮物を調製し、GC/OおよびGC-MS分析により香気成分の同定を行った。嶺鳳を用いた実験により、5℃による貯蔵では8日で異臭の発生が認められた。浅間白桃を-1℃で0, 14, 21, 28, 35日保存し、モモの香気濃縮物にAEDA法を適用したGC/O分析を行ったところ、モモの新鮮で甘い香気成分は、21日まではよく保存されることが明らかとなった。

Abstract : The volatiles of peach bred in Yamanashi prefecture were isolated by solvent assisted flavor evaporation techniques and analyzed by GC/MS and gas chromatography/ olfactometry (GC/O) applied aroma extract dilution analysis (AEDA). The peach "Reihou" stored at 5℃ possessed over-ripe and unfavorable odor in 8 days. By application of the AEDA to aroma concentrates prepared from "Asamahakutou" stored for 0, 14, 21, 28 and 35 days, the results of flavor dilution factors of the peaches revealed that the characteristic fresh and sweet aroma of the fruit stored at -1℃ lasted for 21 days.

1. 緒言

モモ (*Prunus persica* Batsch) の果実はその甘い風味や特有の食感が好まれ、気候風土が栽培に適した山梨県の生産量は全国一である。最近では国内での流通のみならず、輸出も行われているが、貯蔵性に劣るため長期間にわたる貯蔵方法の開発が求められている。モモ果実の貯蔵性は25℃の常温では3日程度、5℃の低温下では10日程度であり、その後は硬度や外観の変化が起こるほか、風味の面では特有の甘い香気が減少するとともに異臭が発生してくる。モモ果実を良好な状態で長期間貯蔵できる条件を探るため、貯蔵に伴う香気の変化に関する基礎データを得ることを目的として、モモ香気成分の分析を行った。本報ではモモ果実を5℃および-1℃に貯蔵し、各々の果実の香気の特徴を報告する。

2. 実験方法

2-1 試料

「嶺鳳」は2010年8月2日に当日収穫されたJA共選所の果実を使用し、山梨県果樹試験場において貯蔵した。貯蔵温度は-1℃及び5℃、湿度は80~90%とした。貯蔵期間は、8, 15, 22, 34日間とした。

「浅間白桃」は2011年7月28日に収穫されたJA共選所の果実を使用し、「嶺鳳」と同様に貯蔵した。貯蔵期間は、14, 21, 28, 35日間とした。

2-2 実験方法

(1) 香気成分の抽出

モモ果実の香気成分の抽出には溶媒抽出・SAFE法¹⁾を用いた。

果皮を剥かずに果肉(可食部)を細断し、300gの果肉に食塩3.8gと蒸留水75gを加えてホモジナイズし、ろ過して270gの果汁を得た。果汁にジクロロメタン200mlと内部標準(0.2%シクロヘキサノールジクロロメタン溶液50 μ l)を加え、1時間半、攪拌抽出を行った。分液漏斗および遠心分離器でジクロロメタン層を分離し、これを抽出液とした。約30mLまで常圧濃縮し、SAFE装置¹⁾により蒸留・精製し、100mgの香気濃縮物を得た。

(2) 香気成分のGC/O分析

香気濃縮物はGC/O (Gas chromatography/Olfactometry) 分析により、香気成分の分離とにおいの評価を行った。「浅間白桃」の評価にはAEDA法 (Aroma Extract Dilution Analysis)²⁾を用いた。また、「浅間白桃」の香気濃縮物をGC-MS分析に供した。化合物の推定はにおいの特徴と標準物質の保持時間、保持指標(RI)

との一致およびMSデータにより行った。GC/OおよびGC-MS条件を以下に示す。

<GC/O条件>

GC：Agilent 6890 Series GC System

カラム：30m×0.32mm (i.d.)，膜厚0.25 μm (J&W製)

液相：DB-5

カラム温度：40℃ (5 min hold) →240℃ (5℃/min)

注入口：クールオンカラム注入口

注入口温度：43℃ (5 min hold) →243℃ (5℃/min)

検出器：FID (温度：260℃)

キャリアーガス：He

試料注入量：1 μL

におい嗅ぎ装置：OP275 (ジューエルサイエンス製)，検出器とにおい嗅ぎ口への流量は1：3に分岐

<GC-MS条件>

GC：SHIMADZU GC-2100. MS：GCMS-QP2010 Plus.

カラム：30m×0.32mm (i.d.)，膜厚0.25 μm (J&W製)

液相：DB-5

カラム温度：60℃ (10 min hold) →220℃ (3℃/min)

3. 結果および考察

3-1 貯蔵温度の異なるモモの香気変化

モモ香気成分については既報³⁻⁵⁾を参考とした。

「嶺鳳」を用い、5℃と-1℃に貯蔵し、その香気変化を観察、比較した。貯蔵34日の5℃貯蔵のモモは可食性が失われていたため、22日まで試料調製を行った。-1℃貯蔵のモモは34日まで試料調製と分析を行った。表1に香気濃縮物のGC/O分析結果を示した。

貯蔵0日が最もモモ様の香気が感じられた。全体的に5℃貯蔵モモには異臭の存在が特徴的で、-1℃貯蔵モモは貯蔵を経るに従い香気が弱くなるのが特徴と考えられた。

5℃貯蔵モモはみそ様 (No.6)、かび様 (No.28)、フェノール、かび様 (No.32) のにおいが8日貯蔵で現れ、その後も過熟のモモのにおいや異臭が強く感じられる傾向にあった。モモ特有の甘い香気を示すラクトンの香りは-1℃貯蔵モモに比べ、強く感じられた。

モモが熟すに従い、ラクトン様の香りが増加するが、-1℃貯蔵モモは8日までは0日の香気と比較して大きな違いはなかった。しかし、15日になるとNo.25の δ -Octalactoneなど、香気が感じられるピークが減少し、香気が弱くなることが観察された。また、15日になるとNo.6のみそ様のにおいが強くなり、No.32のフェノール、かび様のにおいも感じられるようになった。

3-2 -1℃に貯蔵したモモの香気変化

「浅間白桃」について、溶媒抽出-SAFE蒸留法によ

り得た香気濃縮物を試料とし、Aroma Extract Dilution Analysis (AEDA) 法を用いたGC/O分析による精査を行った。AEDA法により得たFDファクターは、その数値が高い香気成分ほど試料の香気への寄与度が高いと考えられる。

表2に結果を示した。Hexanal (No.1) やLinalool (No.3)、No.5とNo.8のミント様のおいなどモモのグリーンやさわやかな香気のFDファクターは、貯蔵経過とともに低くなっていることが観察された。特に、さわやかな香気に寄与すると考えられるLinaloolは1日目に香りが強く、また、スミレ様の6-Pentyl-pyran-2-one (No.16) も1日目でその香りが顕著であった。貯蔵に伴ってこのような香気が減少することで、モモの新鮮な香気が失われていくことが示唆された。

モモの香気に特徴的とされている甘く、ココナツ、バター様香気を示す成分であるラクトン類のうち、 δ -Octalactone (No.7)、 γ -Nonalactone (No.10) および δ -Decalactone (No.17) の香気は貯蔵に従い弱くなる傾向にあった。バター、ココナツ様のピーク (No.15) も21日目までは強く感じられたが、28日では消失していた。加えて、モモの甘い香りに寄与すると考えられるバニリン (No.13) の香気は1日目で強く、貯蔵に従い弱くなる傾向であった。以上のような香気が減少していくことで、モモの特徴的な香気が失われると考えられる。

一方、28日、35日の貯蔵を経ると、上記の特徴的な香気が少なくなるとともに、35日貯蔵では酸臭、ソース様のにおい (No.9) も感じられている。また、ほこりを想起させるにおい (No.12) は35日で強く感じられた。よって、これらのにおいは熟しすぎたモモや劣化直前のにおいであることが推測される。

全体的にみると、-1℃貯蔵では21日目までは新鮮でさわやかな香りともモモ様の甘い香りが感じられるが、その後は弱くなり、35日貯蔵では劣化を思わせる異臭が存在した。

4. 結言

山梨県産のモモを用い、溶媒抽出・SAFE法により香気濃縮物を調製し、GC/OおよびGC-MS分析により香気成分の同定を行った。「嶺鳳」を用いた実験により、-1℃による貯蔵がモモ香気劣化を遅らせることが判明した。「浅間白桃」の香気濃縮物にAEDA法を適用したGC/O分析を行った結果、モモの新鮮でさわやかな香りとモモを想起させる甘い香りは、21日目までは保存されるが、その後は弱くなり、35日貯蔵では異臭が存在することが明らかとなった。

表1 5℃および-1℃貯蔵した「嶺鳳」の香気におい分析 (GC-O) 結果

No	rT (min)	においの特徴	5℃				-1℃				推定化合物
			0 日	8 日	15 日	22 日	8 日	15 日	22 日	34 日	
1	4.06	果実香	○								
2	4.13	果実香	○								
3	4.67	果実香	○								
4	4.99	酪酸臭	○	○			○	○	○	○	
5	5.81	クッキー	○								
6	5.67	みそ様		◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	3-(methylthio)-1-propanal
7	6.39	せんべい, ピラジン		○		○				○	
8	8.57	漬け物, ぬか漬け		○	○						
9	8.72	さびた鉄	○	○	○	○	○	○	○	○	
10	8.89	果実香, 青葉	○	○							
11	9.79	みそ様			○	○					
12	10.77	バラ様	○	○	○	○	○	○	○	○	phenylacetaldehyde
13	11.24	さくら葉, 甘い	○	○	○	○	○	○	○	○	
14	12.26	テルペン様			○	○			○	○	
15	13.24	テルペン様, せっけん, 花様	○	○	○	○			○		
16	14.09	あずき		○	○	○			○	○	
17	14.57	さくら葉, 甘い	○	○	○	○	○	○	○	○	
18	14.71	青葉	○	○	○	○	○	○	○	○	
19	15.14	花, 青葉					○				
20	16.62	煮もの	○	○	○						
21	17.53	テルペン様	○	○			○		○	○	
22	17.82	甘い, ラクトン	○	○	○	○	○	○	○	○	γ-octalactone
23	18.27	甘い	○								
24	18.41	花様, 甘さ	○				○				
25	18.59	さくら葉, ラクトン	○	○	○	○	○				δ-octalactone
26	18.88	酸臭		○							
27	18.99	バラ様		○							
28	19.17	かび		○	○	○					
29	19.71	テルペン	○				○	○	○		
30	19.73	かび				○					
31	20.35	甘酸っぱい	○								
32	20.67	フェノール, かび		◎	◎	◎		○	○	○	
33	20.81	ラクトン様	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	γ-nonolactone
34	21.22	甘い	○				○				
35	21.23	甘い, 煮もの	○	○	○	○	○	○	○		
36	21.35	焼きりんご, ダマセノン	○	○	○	○	○	○	○	○	β-damascenone
37	21.69	かび				○					
38	21.98	バニラ, シロップ	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	vanillin
39	23.13	ココナツ, バター, ラクトン	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
40	23.57	ラクトン, クリーミー	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	γ-decalactone
41	23.85	かび		○	○	○					
42	24.07	花様	○	○	○	○	○	○	○	○	
43	24.27	ラクトン, 甘い	○	○	○		○	○	○	○	
44	24.67	ココナツ, バター, ラクトン	◎	◎	◎	◎	○	○			δ-decalactone
45	25.41	甘い	○	○	○						
46	26.29	パイナップル	○								
47	27.77	かび, お香		○	○	○	○	○	○	○	
48	28.14	甘酸っぱい	○	○	○	○	○	○	○	○	
49	28.68	甘い	○	○	○		○	○	○	○	
50	29.69	花様, 香水	○	○	○	○	○	○	○	○	

○はにおいが感じられたもの, ◎は強く感じられたもの, 空欄はにおいが感じられなかったものを示す。

表2 AEDA法を適用した「浅間白桃」の保存にともなう香気変化の分析結果

No.	RI	においの表現	保存日数とFDファクター					同定・推定化合物
			0日	14日	21日	28日	35日	
1	800	青くさい, 酸臭	64	16	4	1	1	Hexanal
2	900	じゃがいも	4	1	1	1	1	3-(Methylthio)-1-propanal
3	1103	レモン, かんきつ	4	-	-	-	-	Linalool
4	1142	きゅうり	4	1	1	1	1	(E)-2-Nonenal
5	1235	ミント	16	16	4	1	1	Unknown
6	1268	マーガリン	1	1	4	4	16	Unknown
7	1274	ココナツ	4	-	-	-	-	δ -Octalactone
8	1307	ミント様	-	4	4	1	1	Unknown
9	1350	やや酸臭, ソース	-	-	-	-	64	Unknown
10	1353	シナモン, バナナ	16	16	4	16	1	γ -Nonalactone
11	1371	りんご	64	16	1	16	1	β -Damascenone
12	1386	ほこり	4	-	1	-	16	Unknown
13	1396	バニラ, 甘い	16	4	4	4	-	Vanillin
14	1427	甘い, ココナツ, バター	-	-	-	64	16	γ -Decalactone
15	1414	バター, ココナツ	256	4	256	-	-	Unknown
16	1481	スミレ	16	1	1	1	-	6-Pentyl-pyran-2-one
17	1485	バター, ココナツ	16	1	-	1	1	δ -Decalactone
18	1516	ミント様	-	4	4	4	16	Unknown

5. 謝 辞

本研究のコーディネーターとしてご指導ご助言をいただきました山梨県総合理工学研究機構, 市川和規特別研究員および雨宮圭一研究管理幹に感謝申し上げます。

モの香気の特徴と貯蔵性. 第57回香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会, 埼玉県, 2013.

参考文献

- 1) Engel, W., Bahr, W., and Schieberle, P., *Eur. Food Res. Technol.*, 209, P.237-241 (1999)
- 2) Schieberle, P., "Characterization of Food: Emerging Methods", Elsevier Science B.V., Amsterdam, P.403-431 (1995)
- 3) 岩淵梨沙: 香料. No.245, P.69-78 (2010)
- 4) 大崎和彦: FFI JOURNAL. No.195, P.44-60 (2001)
- 5) 伊藤三郎編: 果実の科学. 朝倉書店, P.108-111 (1991)

成果発表状況

学会発表

- 1) 深澤絵里子, 時友裕紀子: 山梨県産モモの香気に及ぼす貯蔵の影響. 一般社団法人日本家政学会第65回大会, 東京都, 2013
- 2) 深澤絵里子, 水本すす香, 時友裕紀子: 山梨県産モ

キノア茎葉の2回刈り多収栽培技術

石井 利幸・上野 直也
(山梨県総合農業技術センター)

Cultivation Technique for High Dry Matter Yield in Twice Harvesting of the Quinoa Foliage

Toshiyuki ISHII, Naoya UENO
Yamanashi Prefectural Agritechnology Center

要約：キノア茎葉部を飼料原料に資するため、2回刈り栽培の可能性とそれに伴う刈り取り時期と窒素基肥量について検討を行った。その結果、播種後90日に生長点を残して収穫すると2回刈り栽培が可能で最大乾物収量が得られることが示唆された。また、窒素基肥量は12kg/10aが多収であった。

Abstract : We aimed to use Quinoa (*Chenopodium quinoa* WILLD.) for forage, namely examined effects of cutting time and nitrogen fertilizer on dry-matter yield in twice Harvesting. As a result, when it left the growing point on the 90 days after sowing, twice harvesting was possible and it was the maximum dry matter yield. Moreover, 12kg/10a for amount of nitrogen basal dressing was high-yielding.

1. 緒言

キノア (*Chenopodium quinoa* WILLD.) は、南米アンデス地方原産のアカザ科アカザ属一年草の擬穀類で、かつてインカ族の主要穀物の一つであった¹⁾。著者らは国内初の産地化を目指して2005年度から3カ年にわたり子実を食用とするための栽培試験を行った^{2), 3), 4)}。現在は山梨県内において生産者による試験栽培が始まっており、今後の生産と普及が期待される。

キノアの子実(種子)は、タンパク質などの栄養価が米や小麦などの主要穀物より高いだけでなく、近年は血圧上昇抑制作用などの生体調節機能が確認されるなど機能性食品としても注目されつつある⁵⁾。茎葉部については筆者らにより高い抗酸化活性を有していることが明らかになっている⁶⁾。また茎葉部の利用は子実生産に用いる脱穀、調整機械が不要のため、機械装備のない生産者でも導入可能であり、新たな土地利用型省力作物として有望である。

これまで茎葉部を飼料に利用するための生産技術については、イネに関していくつかの報告がなされているが^{7), 8)}、キノアの有効利用技術についてはほとんど知見がない。そこで本研究ではキノア茎葉部の飼料化に着目した。

一方、甲州地鶏などの鶏肉は、本県の特産品の一つとして高い評価を得ている。しかし、鶏肉は保存性が低く、広域流通には冷凍保存が行われている。冷凍保存は

肉の組織が破壊されるため、うまみの低下が課題となっていることから、冷蔵による保存期間の延長を目指した新たな鮮度保持技術の確立が求められている。畜産物の保存性を高める技術の一つとして抗酸化活性の高い資材を飼料に添加し、肉質改善を図る方法があり、製茶くずを給与した豚肉、茶ガラサイレージを給与した鶏卵、緑茶ガラを給与した鶏肉で保存性が高まることが実証されている^{9), 10), 11)}。

現在、山梨県畜産試験場と連携し、キノアなどの抗酸化活性の高い地域産物を飼料に用いて新たな鶏肉の保存性向上技術の確立を目指している。これに伴い、飼料となるキノアの生産性向上技術の確立が必要となる。

昨年度までに鶏への給与試験から鶏肉の保存性向上にキノア茎葉部が有効であること¹²⁾、栽培試験から品種「Amarilla de Marangani (以下、AM)」の乾物収量が多く、飼料として有望であること¹³⁾を明らかにした。ここでは乾物収量の更なる増大を目指して、2回刈り栽培を前提に刈り取り時期、刈り取り高さ及び窒素基肥量の違いがキノア茎葉部乾物収量に及ぼす影響を明らかにする。

2. 実験方法

試験1 刈り取り時期、刈り取り高さの違いが茎葉部乾物収量に及ぼす影響

試験は2012年に総合農業技術センター内圃場(甲斐

市下今井、標高312m、灰色低地土、前作：葉菜類）で行った。供試品種は「AM」を用いた。試験区は、刈り取り時期として播種60日区、播種90日区の2水準、刈り取り高さとして播種60日区は地上部10cm区、地上部20cm区、播種90日区は地際区、地上部10cm区、地上部20cm区の2または3水準を設けた。試験規模は16.2m²/区の2反復とした。施肥は、N-P₂O₅-K₂Oとして8-8-8kg/10a相当量を化成8号で全層施用した。播種は4月24日に条間60cmのすじ播きで行い、出芽後の間引きは行わなかった。播種量は1m²あたり約1gとした。刈り取りは播種60日区が6月25日、播種90日区が7月24日に実施し、再生が認められた区において、それぞれ1ヶ月後に地際から刈り取って2回目収量とした。栽培期間中の病害虫防除については生育中期にヨトウガ・ウワバ類の発生が認められたため、イミダクロプリドフロアブル4000倍液を5月29日と6月11日に散布した。収穫は試験区全体を刈り取り、ビニールハウス内にて2週間程度乾燥後に乾物重量を量った。

試験2 窒素基肥量の違いが生育および茎葉部乾物収量に及ぼす影響

試験は2013年に総合農業技術センター内圃場（灰色低地土、前作：大豆）で行い、供試品種、反復数及び播種方法は試験1と同様とした。試験区は基肥窒素量として12kg/10a（以下、基多肥区）、8kg/10a（基慣行区）の2水準を設けた。リン酸、カリについてはそれぞれ過リン酸石灰と塩化カリで12kg/10a相当量を施用した。試験規模は18m²/区とし、5月1日に播種した。播種方法は試験1と同様に行った。刈り取りは7月31日に下葉が残る地上部50cmで収穫し、再生程度を確認した。調査は草丈、穂長、再生程度および乾物収量を計測した。栽培期間中の病害虫防除についてはヨトウガ・ウワバ類の発生が認められたため、イミダクロプリドフロアブル4000倍液を6月4日に散布した。

3. 結果

試験1 刈り取り時期、刈り取り高さの違いが茎葉部乾物収量に及ぼす影響

生育ステージはすべての区で出蕾期が6月8日、開花期が6月24日となり、刈り取り時の子実はまだ未形成または著しい小粒がわずかに観察される程度であった。

乾物収量結果を図1に示した。1回目の収量は、播種90日区が播種60日区の2倍以上であった。刈り取りの高さの比較では、播種60日区の地上部10cm区及び20cm区で再生が認められたが、播種90日区は20cm区のみで再生した。2回目収量を加えた総乾物収量は、播種90日区の地上部20cm区が1,081kg/10aで最も多収だった。

試験2 窒素基肥量の違いが生育および茎葉部乾物収量に及ぼす影響

生育ステージはすべての区で出蕾期が6月4日、開花期が6月25日となり、刈り取り時の子実形成の状態は試験1と同程度だった。

生育調査および乾物収量結果を表1に示した。窒素基肥量の多少に関わりなく茎葉の再生は認められなかった。収穫時の草丈は基多肥区が慣行区よりやや長かった。穂長は施肥量の違いによる影響は認められなかった。倒伏、折損はなかった。乾物収量は基多肥区が基肥量の増加によって10%程度増収した。

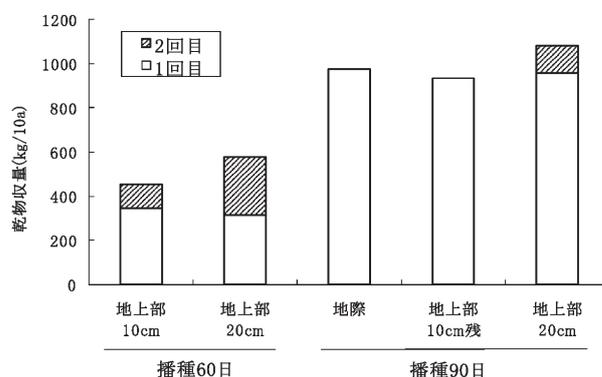


図1 刈り取り時期及び刈り取りの高さの違いが乾物収量に及ぼす影響（2012年）

表1 窒素基肥量の違いが生育および乾物収量に及ぼす影響（2013年）

試験区	草丈 (cm)	穂長 (cm)	乾物収量 (kg/10a)
基多肥	158±10.0	25.8±0.9	885±13.7
基慣行	146±5.0	25.7±1.7	813±3.3

4. 考察

現在、山梨県内などでキノア子実の国産化に向けた取り組みが始まりつつあるが、茎葉部を飼料原料として利用するための栽培事例はない。昨年度、山梨県畜産試験場によりキノア茎葉部は抗酸化活性を示すDPPHラジカル補足活性が高く、肉用鶏への給与（肉用鶏飼料に5%配合で30日間給与）で、と殺7日後におけるムネ肉のTBARS値（保存性に関する指標値）が無処理より低い値と示した¹²⁾。つまり、発育体重の伸びが鈍いなどの課題は残っているものの鶏肉の保存性向上に有効な資材であることが示唆された。このような観点から飼料原料としてのキノア茎葉部多収栽培技術を確立することは有意義である。

本研究では昨年度までに有望品種として選定した「AM」について2回刈り栽培による多収化を目指した。

刈り取り時期については、播種後90日が播種後60日

より草丈や穂長が長く、茎葉部の乾物収量が多かった。予備試験において播種後90日以降の生育を観察した結果、更なる伸長が認められなかったため、播種後90日での刈り取りは最大収量に近いと考えられる。

2回刈り栽培については、2012年の試験において播種後60日、90日ともに地上部20cmを残して収穫すると再生が認められたが、2013年では播種後90日において地上部50cmを残しても再生しなかった。これは2013年における5月～7月の降水量が平年値（甲府）や2012年と比べて少なかったため（図3）、乾燥により下葉の枯れが著しく、刈り株に生長点が認められなかったことが要因と考えられる。従って、1回目の刈り取りの高さは、植物体を観察し、その時の生長点を残すように留意する必要がある。今後は2回刈り栽培の安定化に向けて、1回目の刈り取り高さについて年次を重ねた検討が必要である。

窒素基肥量は、食用として有望品種に選定した「NL-6」の最適施肥量と考えられている8kg/10aを慣行としたが、「AM」については12kg/10aの方が多収であった。本試験では12kg/10a以上について未検討であるが、基肥量の増加に伴い、草丈が伸長する傾向が確認されており、倒伏や折損のリスクが高まる。そのため、基肥量は12kg/10aとして地力窒素などの発現量に応じて増減することが必要である。今後は1回目刈り取り時の追肥の効果などについて検討し、さらなる多収化を目指すべきである。また、エネルギーや同化産物の転流に大きな役割を果たすリン酸やカリなどの最適施用量についても検討する必要がある。

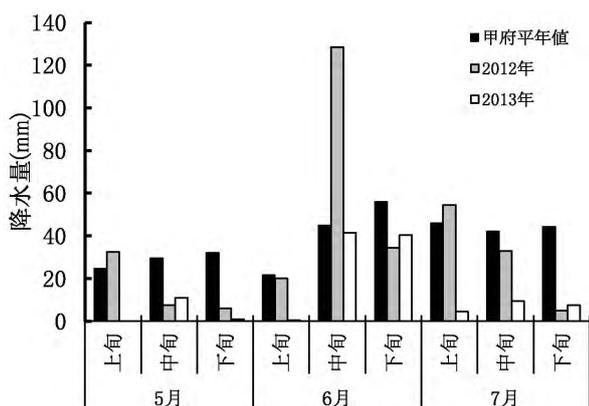


図2 降水量
甲府平年値はアメダスデータ
試験年度の値は山梨県総合農業技術センター調べ

5. 結言

本研究では抗酸化活性の高いキノアの茎葉部を飼料原料に資するため、生産性向上を目指した2回刈り栽培の可能性とそれに伴う刈り取り時期および窒素基肥量について検討を行った。その結果、最大乾物収量が得られる

2回刈り栽培技術を明らかにすることができた。今後、本成果がキノア茎葉部を飼料として利用する際の基礎資料となり、耕畜連携推進の一助となることを期待する。

6. 謝辞

本研究の実施にあたり、種子を分譲してくださった日本大学生物資源科学部植物資源科学科作物学研究室には厚く御礼申し上げます。栽培管理、収量や玄米品質などの調査補助を担当していただきました飯島喜仁主任技能員、中嶋今朝子氏、植松誠氏、河野淳一氏には大変お世話になりました。御礼申し上げます。総合理工学研究機構の雨宮圭一特別研究員には、試験の遂行にあたりご指導、ご助言を賜りました。厚く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) National Reserch Council: "Lost Crop of the Incas", National Academy Press, Washington, D.C., P.149-161 (1989)
- 2) 竹丘 守, 石井利幸, 加藤知美, 内田一秀, 上野直也, 長坂克彦: 新作物キノアの生体調整機能の調査とその利用技術の開発, 山梨県総合理工学研究機構研究報告書第1号, P.6-12 (2006)
- 3) 竹丘守, 石井利幸, 内田一秀, 堀内浩明, 上野直也, 長坂克彦, 加藤知美: 新作物キノアの生体調整機能の調査とその利用技術の開発, 山梨県総合理工学研究機構研究報告書第2号, P.6-13 (2007)
- 4) 竹丘 守, 石井利幸, 藤木俊也, 上野直也, 中尾篤人, 廣瀬裕子: 新作物キノアの生態調整機能の調査とその利用技術の開発, 山梨県総合理工学研究機構研究報告書第3号, P.5-9 (2008)
- 5) 小川 博, 目黒忠道, 渡辺克美, 光永俊郎: キノア投与が食餌性高脂血症誘導高血圧自然発生ラット (SHR) の血圧, 脂質代謝に及ぼす影響, 日本栄養食糧学会誌, 54 (4), P.221-227 (2001)
- 6) 廣瀬裕子, 鈴木安由子, 石井利幸, 竹丘 守: 山梨県産新規作物キノアに含まれる機能性成分の探索と調理に伴う変動, やまなし産学官連携研究交流事業研究内容要旨集, 19 (2009)
- 7) 小林良次, 佐藤健次, 服部育男: 再生を利用する飼料イネ2回刈り栽培における最適な施肥量, 栽植密度および刈取時期, 日草誌52 (3), P.138-143 (2006)
- 8) 中野 洋, 森田 敏, 北川 壽, 高橋 幹: 飼料イネの2回刈り栽培における1回目刈り取り時の刈り取り高さおよび収穫機による刈り株への踏圧が乾物収量に及ぼす影響, 日作紀77 (別1), P.42-43 (2008)
- 9) 安田みどり, 尊田民喜, 日野まど香, 武富和美, 坂井隆宏, 大曲秀明, 河原弘文, 武町秀明: 豚肉中の

旨味および生理機能成分に及ぼす製茶くず給与の効果（第2報）－単飼による肥育前期からの給与試験－，西九州大学紀要第36号，P.71-77 (2006)

- 10) 松馬定子，荒金知宏，佐野 通，森 尚之，奥田宏健：地域食品製造副産物を利用した高機能畜産物の生産技術の開発－採卵鶏における茶ガラサイレージ給与による卵質及び鶏体への影響－，岡山県総合畜産センター研究報告第15号，P.133-136 (2004)
- 11) 荒金知宏，佐野 通，松馬定子，森 尚之，奥田宏健：地域食品製造副産物を利用した高機能畜産物の生産技術の開発－緑茶ガラの給与がおかやま地どりの発育および肉質に及ぼす影響－，岡山県総合畜産センター研究報告第15号，P.17-22 (2004)
- 12) 松下浩一，石井利幸，岩間 巧，廣瀬祐子：鶏肉の保存性向上技術の開発（高抗酸化活性含有資材の飼料への利用），山梨県総合理工学研究機構研究報告書第8号，P.67-75 (2013)
- 13) 石井利幸，上野直也：品種と刈取時期の違いがキノアの乾物収量に及ぼす影響，山梨県総合理工学研究機構研究報告書第8号，P.77-79 (2013)

成果発表状況

学会発表

- 1) 石井利幸，上野直也：飼料作物としてのキノア有望品種と2回刈り栽培，日本作物学会関東支部第102回講演会，千葉県，2013

LED単波長光照射が動植物の生体に 及ぼす影響と利用技術に関する研究

Studies on the Effects of the Illuminance of Monochromatic LED Lamps on Animals
and Plants and the Technical Development of its Utilization

動植物への単波長照射に適したLED光源の開発（第2報）

河野 裕¹, 木島 一広¹, 鈴木 文晃¹, 加藤 成二², 藤木 俊也², 窪田 浩一², 船井 咲知³, 松下 浩一³
(¹山梨県工業技術センター, ²山梨県総合農業技術センター, ³山梨県畜産試験場)

Development of the LED Light Source Suitable for Monochromatic Light Irradiation to Animals and Plants (2nd Report)

Hiroshi Kono¹, Kazuhiro Kijima¹, Fumiaki Suzuki¹, Seiji Kato², Toshiya Fujiki², Koichi Kubota², Sachi Funai³, and Koichi Matsushita³

(¹Yamanashi Prefectural Industrial Technology Center, ²Yamanashi Prefectural Agritechology Center, ³Yamanashi Prefectural Livestock Experiment Station)

要約：市販されている単波長LED光源について放射照度や色による照度のばらつきを測定し、動植物への実験用途に即した光量子束密度や照度に調整する改良を行った結果、改良したLED光源は、光量子束密度を約42～45%の範囲に調整でき、83%の照度が中央値（10.2lx）の±15%の範囲に収まった。

Abstract : We measured irradiance and variance dependence of the illuminance of monochromatic LED lamps that are commercially available, and then adjusted the photon flux density and illuminance to be suitable for the experiment that we irradiate animals and plants. As a results, photon flux density of the LED lamps that we prepared was adjusted to about 42 to 45% of range, and 83% of the LED lamps that we prepared were adjusted illuminance to the value in the range of 10.2lx±15%.

1. 緒言

農家の経営は景気の低迷や生産コストの高騰により非常に厳しい状況にあり、高品質化や差別化技術の開発が望まれている。近年の照明用LED光源における技術開発の進展にともない、農業分野に単波長LED光源を応用して農畜産物の高品質化や差別化を図る取り組みが始まっているが、動植物への単波長光照射の効果は、まだ解明され尽くされていない。

本研究では、植物として洋ランについてLED光照射が花芽形成や花蕾の成熟に及ぼす影響を、動物として鶏について単一波長光照射が生体反応へ及ぼす影響と生産性への効果を調査し、効率的な洋ラン栽培技術の確立および養鶏における効果的なLED光照射技術の実用化を図る。

洋ランと鶏では必要な波長、光強度などが異なるため、平成25年度は前年度に引き続き、市販されている単波長LED光源について、実験用途に即した照度に調整する改良を行った。

2. 実験方法

市販されているLED光源は主に白色光の開発に重点

が置かれているが、最近では農業用製品の単波長LED光源も製品化されてきている。ただし、洋ラン栽培と養鶏では必要な波長、光強度、配光性および使用環境が異なるため、用途に適したLED光源の調整が必要となる。

2-1 洋ラン栽培向け単波長LED光源の光量調整

洋ランでは、青色、赤色、遠赤色について市販されているLED光源（鍋清 DELED Plants）を用いて実験が行われたが、遠赤色については光量子束密度を約半分にしたものとの比較実験が行われるため、図1に示すようにLED光源と分光放射計（英弘精機 MS-720）を設置して光量子束密度を測定した。測定時には、暗幕と空調により外乱光と周囲温度変化の影響を低減している。光



図1 光量子束密度測定の様子

量子束密度の調整には、摺りガラス (Edmund Optics ϕ 50) とフィルム状のNDフィルタ (ポリカラー) を用いた。フィルタをLED光源へ固定するため、3Dプリンタ (Objet Connex500) でジグを作製した。

光量を調整しながら実験を行うこともあるため、光量調整可能な遠赤色LED光源の試作を行うために、数式解析ソフトウェア (Mathematica 9J) および光学設計・解析ソフトウェア (Optica 3) を用いて光量子束分布を計算し、最適な素子の配置をしたLED光源を検討した。

2-2 養鶏向け単波長LED光源の照度調整

鶏では、赤色、青色、緑色LED光源の照度を同程度にして比較実験が行われたが、今年度は立体的に放射するタイプのLED光源を使用することとなったため、改めて照度測定した結果をもとに照度調整を試みた。照度調整にはフィルム状のNDフィルタ (ポリカラー) を用いた。

3. 結果および考察

3-1 光量子束密度の調整

洋ラン栽培の実験では、温室内での使用で防水性を考慮した調整が必要となるため、遠赤色LED光源に摺りガラスとフィルム状のNDフィルタを重ねて取り付ける



図2 約50%に減光した遠赤色LED光源

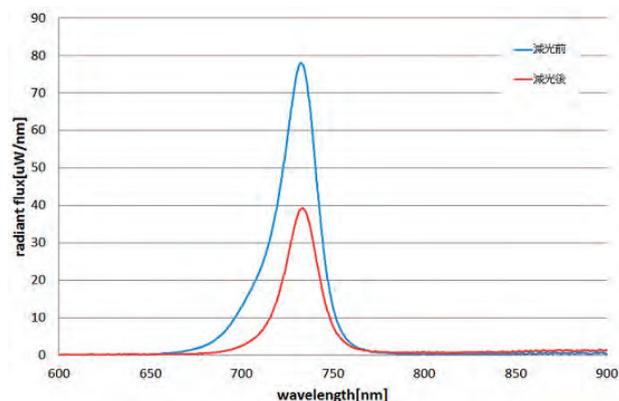


図3 遠赤色LED光源の放射照度分布の一例

構造とした。実験では図2に示すように75% NDフィルタを3枚重ねる形とし、防水性を保ちながら光量子束密度を約42~45%の範囲で調整した。減光前後の放射照度分布の一例を図3に示す。

3-2 試作に向けた検討

洋ラン栽培の実験では、インキュベータ内で用いる光量調整可能な遠赤色LED光源も必要となる。今年度に導入した解析ソフトウェアを用いて、LED光源の試作に向けた光量子束分布の計算を、次の条件で行った。

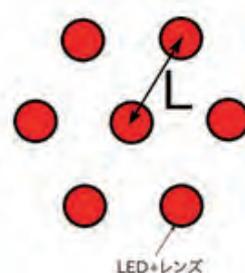


図4 光量子束分布の計算に用いたLED光源の配置

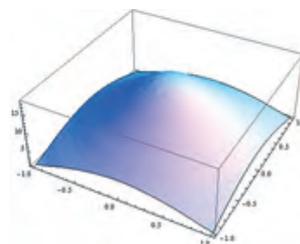


図5-1 L=1cm
最大光量子束18.49 μ mol/s

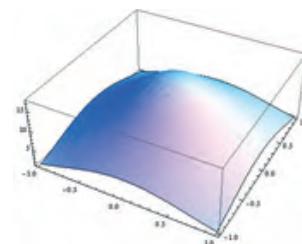


図5-2 L=20cm
最大光量子束17.53 μ mol/s

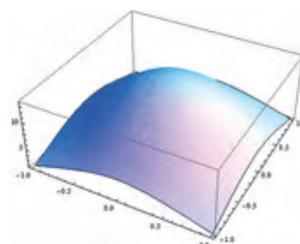


図5-3 L=50cm
最大光量子束13.65 μ mol/s

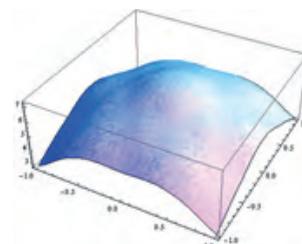


図5-4 L=100cm
最大光量子束7.234 μ mol/s

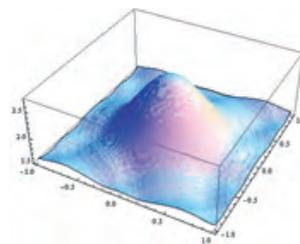


図5-5 L=200cm
最大光量子束2.731 μ mol/s

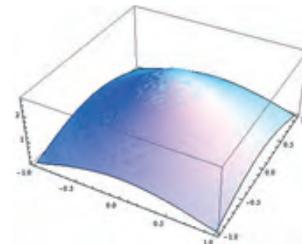


図5-6 光源中心に1個のみ
最大光量子束2.642 μ mol/s

- ・遠赤色LED光源：LED Engin 00R300
740nm 強度約1W
- ・レンズ：LED Engin LLFL-1T06-H
拡がり角約40°（半値全幅）
- ・遠赤色LED光源を距離Lで等間隔に7つ配置（図4）
- ・光源から1mの位置での光量子束分布を計算

計算結果の一例を図5に示す。それぞれx方向、y方向ともLED光源中心直下から±1mの範囲を表示している。これらの結果をもとに、最適なLED光源の配置を検討して試作をすすめている。

3-3 照度調整

養鶏の実験では、使用するLED光源が変更されたため、新たにフィルム状のNDフィルタを用いた立体的な減光素子を試作することとした。新たに暗室内に1.2mの高さに設置した調整前のLED光源で、点灯1時間後の照度を測定したところ、赤色が20lx前後、緑色が46lx前後、青色が9lx前後であったため、青色の照度を基準にしてフィルム状のNDフィルタにより、赤色を約50%（50% NDフィルタ使用）、緑色を約20%（25%、75% NDフィルタを重ねて使用）に減光して照度調整を行うこととした。照度調整したLED光源の一例を図6に示す。また、点灯開始約2ヶ月後の測定結果から得られた到達照度のヒストグラムを図7に示す。実験に使用したLED光源12個中10個（83%）が中央値（10.2lx）の±15%の範囲に収まった。

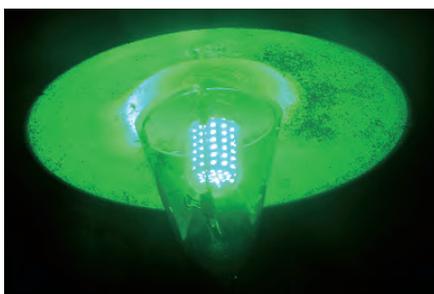


図6 照度調整後のLED光源

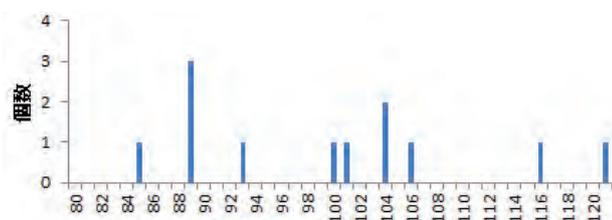
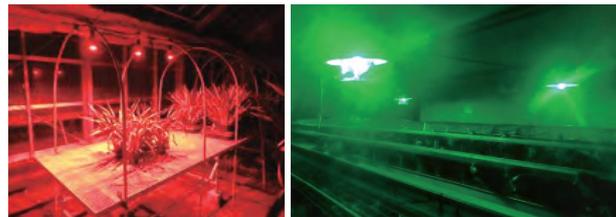


図7 到達照度のヒストグラム

3-4 実験風景

実際に温室や鶏舎においてLED光源を用いて動植物に対してLED光照射実験している様子を図8に示す。



洋ラン（遠赤色光）

鶏（緑色光）

図8 LED光源を使った実験風景

4. 結 言

市販されている単波長LED光源について、実験用途に即した光量子束密度や照度に調整する改良を行った。今後は、光の拡散や光量の調節機構についてさらに検討を進めていく。

参考文献

- 1) 河野 裕, 木島一広, 鈴木文晃, 藤木俊也, 窪田浩一, 船井咲知, 松下浩一：山梨県総合理工学研究機構研究報告書, 第8号, P.81-83 (2013)

タケ資源の有効利用に関する研究

Studies on the Effective Utilization of Bamboo Resources

タケ資源の有効利用に関する研究

戸沢 一宏¹, 柴田 尚¹, 片山 努², 前田 陽子², 保倉 勝己³
鈴木 希伊³, 土橋 宏司³, 神藤 学³, 角田真由美³, 木村 英生⁴
(¹森林総合研究所, ²畜産試験場, ³酪農試験場, ⁴工業技術センター)

Studies on the effective utilization of bamboo resources

Kazuhiro Tozawa¹, Hisashi Shibata¹, Tsutomu Katayama², Yoko Maeda², Katsumi Hokura³, Kii Suzuki³, Kouji Dobashi³,
Manabu Jindou³, Mayumi Tsunoda and Hideo Kimura⁴
(¹Yamanahi Forest and Forestry Product Research Institute, ²Yamanashi Prefectural Livestock Experiment Station,
³Yamanashi Prefectural Daily Experiment Station, ⁴Yamanashi Prefectural Industrial Technology Center)

要約: タケを資源として活用するため、タケを粉末状或いはチップ状に加工し、きのこ栽培の菌床培地基材としての活用と畜産・酪農分野での飼料や敷料等としての新たな竹材の有効利用法を検討した。

Abstract: In order to utilize bamboo as resources, the method of using effectively the powdered or bamboo material new as practical use, feed in stock raising and the dairy field, bedding, etc. as a mushroom bed culture-medium base material of mushroom cultivation which processes it in the shape of a chip was examined for bamboo.

1. 緒言

竹材は、過去には家屋の壁材や竹細工などに用いられてきたが、これらの需要も減少し、さらに食材としての筍も従事者の高齢化などにより、山間部を中心に放棄される竹林が増加している。放棄された竹林は、造林地や畑などに浸食するだけでなく、稈の薄いマダケは雪折れ等のため、近隣の民家や道路等に被害を与えている。

そこで、タケの利用法について多方面から検討し、タケを資源として活用し、竹林の適切な管理に繋げることを目的としている。

2. 実験方法

2-1 哺乳牛に対する給与試験

- ・ 供試牛：交雑種育成牛6頭、ホルスタイン種育成牛2頭、黒毛和種育成牛1頭
- ・ 試験区
- ①試験区：朝、夕、タケパウダー各25gを代用乳に添加して給与→1日あたり給与量：50g/頭
- ②対照区：朝、夕、乳酸菌製剤各10gを代用乳に添加して給与→1日あたり給与量：20g/頭
- ※その他給与飼料（人工乳及びチモシー乾草）は、場内慣行法により給与
- ・ 給与期間：1ヶ月間

- ・ 調査項目：嗜好性、健康状態、血液生化学的性状、体重及び増体量の推移等。

2-2 タケチップの堆肥化特性の調査

①供試材料

平成25年産の新鮮タケチップ（マダケ、モウソウチク）

②試験方法

堆肥の原料としては搾乳牛ふんに加え、発酵促進のため米ぬかと種堆肥を用い、オガクズとタケチップを水分調整材として使用した（表1）。これらの原料を水分65%を目標に混合し、小型堆肥化試験装置（富士平工業株式会社「かぐやひめ」、図1）に投入（重量4kg、容積重0.48kg/L）して各区2反復で堆肥化処理を行った。処理中は連続通気（0.4L/min）を行い、処理期間は28日と



図1 小型堆肥化試験装置

表1 供試材料の水分含量と混合比率

供試材料	水分含量(%)	オガクズ区	モウソウチク区	マダケ区
牛ふん	87.1	63.9	59.1	59.1
種堆肥	44.5	4.5	4.1	4.1
米ぬか	6.3	12.8	11.8	11.8
オガクズ	6.4	18.8	12.5	12.5
モウソウチク	41.6	0	12.5	0
マダケ	41.1	0	0	12.5

し、7日ごとに切り返しを行った。

2-3 タケパウダーの飼料成分及び発酵品質の分析

①供試材料

平成24年産のタケサイレージ（マダケ、モウソウチク各2点）

②試験方法

水分、粗脂肪、粗灰分は常法、粗蛋白は燃焼法、粗繊維、NDFはファイバーアナライザー法、有機酸含量は液体クロマトグラフ法、pHはガラス電極法で分析した。

2-4 タケチップの敷料利用特性の調査

①供試材料

タケチップ、オガクズ、戻し堆肥

②供試菌

牛糞由来大腸菌

③実験方法

各供試材料100gに大腸菌を 1.2×10^4 cfu/ml接種・混合して37℃で培養し、大腸菌数の推移を経時観察した。

2-5 子豚飼料にマダケサイレージ添加試験

子豚飼料にマダケサイレージを添加した場合の影響について調査を行った。条件は以下の通り。

①試験区分（表2）

表2 子豚飼料添加試験

各区：18頭、ベース飼料：通常の子豚前期及び後期用合

区分	内容
対照区	未設置
マダケ区	マダケサイレージ3%上乗せ添加飼料

②試験期間：子豚前期（20～40日齢）及び後期（41～60日齢）、飼料給与法：自由採食

③調査内容：発育成績、腸内フローラの変動等を確認。

2-6 新生豚床にタケパウダー敷設試験

新生豚の床にタケパウダーを設置した場合の影響について調査を行った。試験条件は以下の通り。

①試験区分（表3）

表3 新生豚床タケパウダー敷設

各区：6腹、乾燥竹粉：マダケ粉末を乾燥

区分	内容
対照区	未設置
マダケ区	分娩前に子豚の娩出場所付近に乾燥竹粉を設置

②調査内容：子豚の生存率、発育性等を確認。

2-7 繁殖母豚にマダケサイレージを添加試験

繁殖母豚の飼料にマダケサイレージを添加した時の分娩およびその後の子豚に対する影響について調査を行った。試験条件は以下の通り。

①試験区分（表4）

表4 繁殖母豚飼料添加試験

区分	飼料内容
対照区	未添加
マダケ区	マダケサイレージ5%上乗せ添加

各区：4頭、ベース飼料：通常の成豚用配合飼料

②試験期間：分娩予定日一月前から受胎確認まで

③調査内容：分娩成績、繁殖成績等

2-8 きのご菌床培地にタケチップ添加試験

シャーレ等の試験で選抜したヒラタケ、オオヒラタケ、クロアワビタケ、アラゲキクラゲ、ヤナギマツタケ、ヌメリスギタケ、タモギタケ、ブナハリタケ、マスタケ、エノキタケの中からクロアワビタケ、アラゲキクラゲ、ヤナギマツタケ、タモギタケ、ヌメリスギタケの5種について栽培試験を行った。

菌床培地組成は表5の通り。

表5 菌床培地組成

区分	培地組成
対照区	オガ粉：米ぬか=5:1
マダケ区	オガ粉：タケチップ：米ぬか=5:5:2

3. 結果

3-1 哺乳牛に対する給与試験

代用乳にタケパウダーを混合給与した場合、嗜好性に差は認められず、体重及び一日あたり増体量にもほとんど差は認められなかった。また、給与期間中の健康状態及び血液性状等に異常は認められなかったことから、タケパウダー哺乳牛に混合給与することは問題がないと考えられる（表6）。

表6 平均体重及び増体量 (kg)

	試験区	対照区
開始時体重	44.5±9.5	45.5±1.5
終了時体重	62.3±11.8	61.2±1.3
一日増体重	0.91±0.01	0.91±0.03

3-2 タケチップの堆肥化特性の調査

図2は、堆肥化7日目までの発酵温度推移を抜粋したものである。最高発酵温度はマダケ区の65℃であり、次いでモウソウチク区、オガクズ区の順であったが、ほとんど違いはなかった。モウソウチク区の温度上昇がやや早かったものの、どの処理区も終了までほぼ同様の温度推移になった(図2)。7日目以降は、いずれの区も約20℃で推移し、切り返しても温度上昇はみられなかった。

容積重の推移にも大きな違いはみられず、28日目には易分解性有機物の分解により、0日目の約半量まで減少したと推察された(図3)

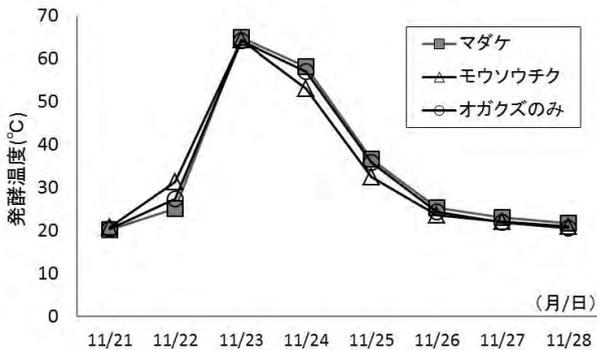


図2 堆肥化温度の推移

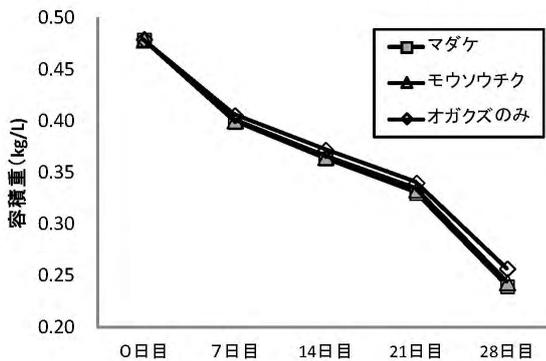


図3 容積重の推移

全窒素は、堆肥化の分解過程で窒素が無機化し、28日目には各試験区で0.2~0.3%増加した(図4)。

また、いずれの試験区でもC/N比が30以上であったことから、7日目以降堆肥化温度が約20℃で推移したことで有機物分解があまり進まなかったと推察された(表7)。

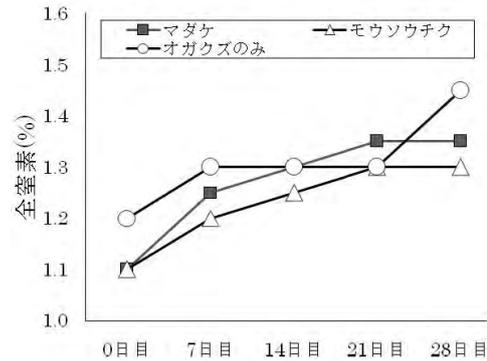


図4 堆肥化時の全窒素量の推移

表7 堆肥化終了時の分析結果

	粗灰分 (%)	含水率 (%)	炭素 (%)	窒素 (%)	C/N比
オガクズのみ	11.0	60.2	49.7	1.5	34.3
モウソウチク	10.1	60.1	50.1	1.3	38.5
マダケ	10.4	59.7	50.0	1.4	37.0

*堆肥比28日目の値

3-3 タケサイレージの牛用飼料としての活用可能性の検討

マダケ、モウソウチクのタケサイレージの飼料成分に大きな差はなかったが、マダケは繊維含量がやや高い傾向にあった(表8)。有機酸含量は、マダケ、モウソウチクとも乳酸はほとんど検出されなかった。pHもやや高い値であったが、不良発酵の指標となる酪酸も検出されなかったことから、牛への給与は問題ないと考えられる。(表9)

表8 堆肥化終了時の分析結果

	水分 (%)		乾物中 (%)				
	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	粗灰分	NFE	NDF	
マダケ	17.0	1.5	0.2	55.6	6.2	36.6	86.1
モウソウチク	18.0	1.8	0.2	51.7	5.5	40.9	83.6

*H24年度タケサイレージ各2点の分析値

表9 タケサイレージの有機酸含量及びpH

	原物中 (%)			pH
	乳酸	酢酸	酪酸	
マダケ	0.01	0.06	0.00	5.2
モウソウチク	0.00	0.10	0.00	5.2

*H24年産竹粉サイレージ各2点の分析値

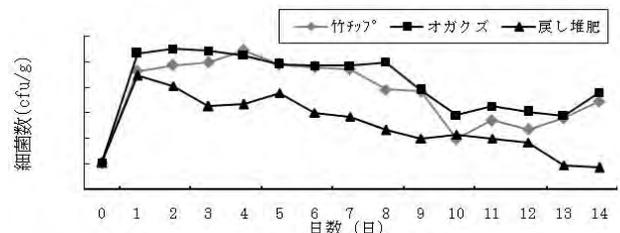


図5 大腸菌数の推移

3-4 タケチップの敷料利用特性の調査

大腸菌数は、いずれの材料でも1日後に急増し、タケチップ、オガクズ共に9日目まで 10^7 cfu/gと高い値で推移したが、戻し堆肥では日数の経過に伴い、大腸菌数は次第に減少した(図5)。

3-5 子豚飼料にマダケサイレージ添加試験

子豚の前期及び後期飼料にマダケサイレージを3%添加しても、豚の発育及び腸内細菌叢に大きな影響はないが、60日齢の腸内細菌叢において、対照区と比較して乳酸菌群が多く、レンサ球菌が少ない傾向が認められる(表10、図6)。

表10 子豚飼料添加試験

	対照区	マダケ区
開始体重(kg)	7.2±1.6	7.7±1.0
前期終了体重(kg)	13.5±3.0	14.0±2.5
一日平均増体重量前期(g)	413.5±105.1	424.3±118.8
飼料要求率前期	1.25	1.31
後期終了体重(kg)	27.9±4.9	28.5±3.8
一日平均増体重量後期(g)	721.4±105.2	724.7±85.8
飼料要求率後期	1.60	1.54

■ None ■ Betaproteobacteria門 ■ Deltaproteobacteria門
 ■ Lactobacillales目、Clostridium subcluster XIVa □ Firmicutes 門
 ■ Lactobacillales目
 ■ Clostridium cluster IV
 ■ Clostridium cluster IV、Bacteroides
 □ Clostridium cluster IV、Spirochaetes門
 ■ Clostridium cluster (複数) □ Clostridium subcluster XIVa
 ■ Clostridium cluster IX □ Clostridium cluster IV
 □ Bacteroides目 □ Actinobacteria門 □ Streptococcus属

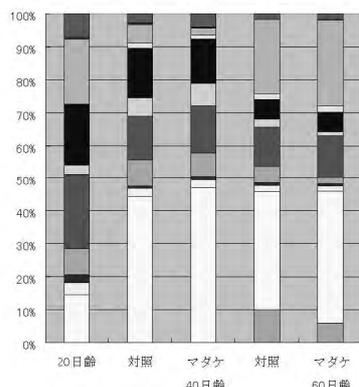


図6 腸内細菌叢

3-6 新生豚床にタケパウダー敷設試験

分娩時に乾燥タケパウダーを設置すると、離乳率及び

表11 分娩成績1

	対照区	マダケ区
平均分娩頭数(頭)	8.8±2.3	8.7±4.4
生存率(%)	84.9±10.6	88.5±12.7
離乳率(%)	91.1±13.9	97.8±3.7
離乳総体重(kg)	49.6±16.1	50.7±12.2

生存率が改善する傾向が認められる(表11)。

3-7 繁殖母豚にマダケサイレージを添加試験

繁殖母豚の飼料にマダケサイレージを5%添加すると子豚の生存率が向上する傾向が認められる(表12)。

表12 分娩成績2

	対照区	マダケ区
平均分娩頭数(頭)	11.5±3.9	8.8±3.2
生存率(%)	80.4±18.4	97.1±5.0
分娩総体重(kg)	16.7±2.5	13.3±4.5

3-8 きのご菌床培地にタケチップ添加試験

選抜された5種、クロアワビタケ、アラゲキクラゲ、ヤナギマツタケ、タモギタケ、ヌメリスギタケの接種試験を行った。それぞれの菌糸の成長速度は表のとおりで(アラゲキクラゲについては測定できず)ヤナギマツタケ、タモギタケ、クロアワビタケで成長促進効果があることが確認された(表13)。

表13 菌糸伸長結果

ヌメリスギタケ		ヤナギマツタケ	
対照区	タケ区	対照区	タケ区
12.97cm	12.54cm	3.88cm	7.56cm

タモギタケ		クロアワビタケ	
対照区	タケ区	対照区	タケ区
5.18cm	6.69cm	8.13cm	11.31cm



図7 クロアワビタケ栽培試験

4. 考察

堆肥及び給与試験では対照区との差はほとんど見られなかったことから、資源として活用出来ると考えられるが、敷料へ利用する場合は、早い段階で大腸菌を抑えることは出来なかった。

また、豚の飼育において、飼料に添加することで子豚前期の飼料要求率が高くなるものの、後期は低い結果となり、増体量も多少ではあるが、高くなった。また、乳酸菌叢が高くなることも判明した。母豚の飼料に添加すると、出産後の子豚の生存率の上昇がみられた。

また、子豚飼育の環境への影響調査のため、飼育舎に

タケパウダーを敷設したところ、生存率と離乳率の向上が確認された。引き続き調査を継続し、データ収集を行っていく。

また、きのこ菌床培地のおが粉の代替品として利用できる可能性が確認された。菌糸の伸長もタケチップ添加のほうが早くなるものもあり、栽培の短期化が図れる可能性がある。今後、子実体形成の条件や栽培条件の検討を行い、収量の確認を行っていく必要がある。

5. 結 言

堆肥化資材としてのタケチップの利用については、オガクズの代替品として利用できる可能性が高まり、スケールアップ試験により、最終確認を行う。

現在の段階では牛飼料としての竹サイレージの優位点は見いだせないが、試験を継続する。

豚飼育時のマダケサイレージの利用法については、優位性があると思われる、データを蓄積し、試験精度を高めていく必要がある。

きのこ菌床栽培試験にタケチップを利用できる可能性が高いことは確認されたが、子実体の形成と栽培法の確立を行う必要がある。

