

2006

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

平成17年度 山梨県総合理工学研究機構 研究報告書 第1号

平成
17年
度

山梨
県
総
合
理
工
学
研
究
機
構
研
究
報
告
書

第
1
号



平成17年度

山梨県総合理工学研究機構研究報告書

第 1 号

Y-CROST

Research Report 2006

目 次

はじめに

研究テーマ及び研究体制

Index of Research Projects

研究成果報告

1	地域農産素材等の機能性解明と高付加価値製品の開発	
1)	県産野菜の抗酸化活性評価	1
2)	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	6
3)	牛乳中の機能性を高める飼料給与方法の確立	13
2	未利用農林産物系バイオマスの利用技術の開発	
1)	スイートコーン残さ及びソルガムのバイオエタノールへの利用適性	17
2)	スイートコーン残さからのバイオエタノール生産	24
3)	林地残材の各種状態調査	28
4)	3-76. 伐採後に発生した林地残材の実測 (付) 第15回日本エネルギー学会講演要旨	32
3	廃棄プラスチックの熱分解とリサイクル技術の研究開発	35
4	無電極放電プラズマ光による次世代水殺菌処理システムの研究開発	
1)	無電極プラズマ光による次世代水殺菌処理システムの研究開発	41
2)	養魚用水殺菌の検討	46
3)	ソバもやし水耕栽培における微生物の増殖とフローラ	51
5	栽培条件の異なるブドウ「甲州」を用いたワインの個性化醸造技術の確立に関する研究	
1)	収穫時期の早晚及びボルドー液散布の有無が醸造向け「甲州」の果実品質に及ぼす影響	55
2)	ボルドー液散布の有無や収穫時期の違いによる甲州種白ワインの小規模試験醸造	59
3)	香気成分のGC分析と官能評価	63

資 料

(1)	山梨県総合理工学研究機構設立の経緯	67
	山梨県総合理工学研究所 (仮称) 検討委員名簿	67
(2)	平成17年度 山梨県総合理工学研究機構の主な取組み	68
	総合理工学研究機構運営委員名簿	69
	総合理工学研究機構テーマ等調整会議メンバー名簿	69
(3)	平成17年度 山梨県総合理工学研究機構組織図	70

はじめに

山梨県総合理工学研究機構が設立されて一年余が経過しました。

現在本県には県立の試験研究機関が10施設あります。総合理工学研究機構は、それらの試験研究機関が有する人的資源や研究施設、研究の成果を横断的、有機的にネットワーク化させることによって、個々の試験研究機関では取り組み難い領域での新技術や新産業の創出に結びつく研究開発をめざすことを目的に昨年4月に設立されました。

設立初年度の昨年度は、本県の産業基盤や地域特性を活かした生活関連（機能的食品、ワイン）及び環境・エネルギー（バイオマス、廃棄プラスチック、水殺菌）といった分野から5つの試験研究テーマを選定し、3名のコーディネーターが中心となり、運営委員会の意見を反映させながら各試験研究機関をはじめ大学、企業との産学官連携による共同研究として推進して参りました。

この度は、それら5テーマについての昨年度一年間の試験研究の取組みについて報告させていただくことと致しました。いずれも試験研究期間が2年乃至3年間であることから中間報告ということになりますが、関係の方々の何らかの参考にしていただけたなら幸甚です。

総合理工学研究機構の設立目的については冒頭で触れたとおりであります。更に忘れてはならないことは人材育成と、県民に成果を還元することの出来る研究開発のためのコーディネートであると思っています。

各試験研究機関同士、或いは産学官の連携を通じての異分野間の人的交流は、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競争的な研究者を育てる土壌になるものと思います。また、各試験研究機関は、基礎的・先導的研究や政策ニーズ（県政課題）に沿った具体的な目標を掲げた体系的・総合的な研究開発を行い、創出された研究成果を効果的に普及・実用化し県民に還元出来る地域貢献型の公設試験研究機関を目指すべきと考えています。

アジア諸国の中にあって特に中国、韓国、インドは著しい経済躍進を続けています。その躍進の基盤は国策としての科学技術の振興にこそあります。そのことを考えるとき、各試験研究機関に携わる研究員のレベルアップと科学技術の底上げこそが、本県地域産業の持続的振興と県民福祉の向上の源泉であることを改めて確信するものであります。

今後本県が進める科学技術振興戦略のための橋頭堡を築いていくため、引き続き微力を尽くして参る所存ですので当機構へのご理解とご協力を重ねてお願い申し上げます。

平成18年8月28日

山梨県総合理工学研究機構

総長 大村 智

研究テーマ及び研究体制

(○は主幹事を示す。)

1 地域農産素材等の機能性解明と高付加価値製品の開発

(平成17年度～19年度、

担当コーディネーター：功刀 能文)

- 1) 県産野菜の抗酸化活性評価
山梨県工業技術センター
木村 英生、長沼 孝多、小松 正和
恩田 匠
- 2) 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
山梨県総合農業試験場
○竹丘 守、石井 利幸、加藤 知美
内田 一秀、上野 直也、長坂 克彦
- 3) 牛乳中の機能性を高める飼料給与方法の確立
(～平成20年度)
山梨県酪農試験場
横山 紅子、保倉 勝己

2 未利用農林産物系バイオマスの利用技術の開発

(平成17年度～19年度、

担当コーディネーター：功刀 能文)

- 1) スイートコーン残さ及びソルガムのバイオエタノールへの利用適性
山梨県総合農業試験場
長坂 克彦、市川 和規、加藤 知美
小林 真理
- 2) スイートコーン残さからのバイオエタノール生産
山梨県工業技術センター
○恩田 匠、長沼 孝多、小松 正和
- 3) 林地残材の各種状態調査
山梨県森林総合研究所 小澤 雅之

3 廃棄プラスチックの熱分解とリサイクル技術の研究開発

(平成17年度～18年度、

担当コーディネーター：鮎澤 信家)

- 山梨県環境科学研究所 ○佐野慶一郎
山梨県富士工業技術センター 萩原 義人
日清オイリオグループ(株) 高柳 正明

4 無電極放電プラズマ光による次世代水殺菌処理システムの研究開発

(平成17年度～18年度、

担当コーディネーター：鮎澤 信家)

- 1) 無電極プラズマ光による次世代水殺菌処理システムの研究開発
山梨県富士工業技術センター
○渡辺 誠、橋本 卓也、尾形 正岐
(株)クリスタルコート 佐藤 幸治
- 2) 養魚用水殺菌の検討
山梨県水産技術センター
土田 奈々、三浦 正之、三井 潔
- 3) ソバもやし水耕栽培における微生物の増殖とフローラ
山梨大学医学工学総合研究部・
ワイン科学研究センター
高柳 勉、齋藤 誠也

5 栽培条件の異なるブドウ「甲州」を用いたワインの個性化醸造技術の確立に関する研究

(平成17年度～19年度、

担当コーディネーター：渡辺 和裕)

- 1) 収穫時期の早晚及びボルドー液散布の有無が醸造向け「甲州」の果実品質に及ぼす影響
山梨県果樹試験場
中込 一憲、小林 和司、齋藤 典義
三森 真理、古屋 栄
- 2) ボルドー液散布の有無や収穫時期の違いによる甲州種白ワインの小規模試験醸造
山梨県工業技術センター・ワインセンター
○樋川 芳仁、飯野 修一、中山 忠博
萩野 敏
- 3) 香気成分のGC分析と官能評価
山梨大学教育人間科学部 時友裕紀子

Research Report of Comprehensive Research Organization for Science and Technology, Yamanashi Prefecture (Y-CROST) 2006

Index of Research Projects

The Antioxidative Activity of Local Agricultural Products

Hideo KIMURA, Kota NAGANUMA, Masakazu KOMATSU and Takumi ONDA (Industrial Technology Center)

Investigation of Biological Conditioning Action and Development of the Utilization Technology in New Crop Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Mamoru TAKEOKA, Toshiyuki ISHII, Tomomi KATO, Kazuhide UCHIDA, Naoya UENO and Katsuhiko NAGASAKA (Agricultural Research Center)

Assessment of Feeding Systems for the Enhancement of Functional Activities of the Cow Milk

Beniko YOKOYAMA and Katsumi HOKURA (Dairy Experimental Station)

Tests for Use Suitability of Sweet Corn Residual Shoot and Sorghum to Bio Ethanol

Katsuhiko NAGASAKA, Kazunori ICHIKAWA, Tomomi KATOU and Mari KOBAYASHI (Agricultural Research Center)

Bioethanol Production from Sweet Corn Residues in Yamanashi Prefecture

Takumi ONDA, Kohta NAGANUMA and Masakazu KOMATSU (Industrial Technology Center)

Measurement of Forest Residues Property at Yamanashi Prefecture Area

Masayuki OZAWA (Forest Research Center)

Development of Dissolution and Recycling for Plastic Waste

Keiichiro SANO (Institute of Environmental Sciences), Yoshihito HAGIWARA (Fuji Industrial Technology Center) and Masaaki TAKAYANAGI (Nissin Oilio Group, Ltd.)

Research and Development of Water Sterilize System by Electrodeless Discharge Plasma Emission

Makoto WATANABE, Takuya HASHIMOTO, Masaki OGATA (Fuji Industrial Technology Center) and Koji SATO (Crystal Coat, Ltd.)

Investigation of Disinfection of Hatchery Water

Nana TSUCHIDA, Masayuki MIURA and Kiyoshi MITSUI (Fisheries Technology Center)

Microbial Growth and Flora in Buckwheat (Soba) Sprouts

Tsutomu TAKAYANAGI and Seiya SAITO (Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering and Institute of Enology and Viticulture, University of Yamanashi)

Influence of Harvest Time and Non-Bordeaux Mixture Spraying on Berry Quality of 'Koshu' Grapevine for Wine

Kazunori NAKAGOMI, Kazushi KOBAYASHI, Noriyoshi SAITO, Mariko MITUMORI and Sakae FURUYA (Fruit Tree Experimental Station)

Experimental White Winemaking from Koshu Grape differs from Bordeaux Mixture Dusting of Existence and Harvest Time

Yoshihito HIKAWA, Shuuichi IINO, Tadahiro NAKAYAMA and Satoshi OGINO (Industrial Technology Center)

Aroma Constituents by Gas Chromatographic Analysis and Sensory Evaluation

Yukiko TOKITOMO (University of Yamanashi)

地域農産素材等の機能性解明と 高付加価値製品の開発

県産野菜の抗酸化活性評価

工業技術センター

木村 英生・長沼 孝多・小松 正和・恩田 匠

The Antioxidative Activity of Local Agricultural Products

Industrial Technology Center

Hideo KIMURA, Kota NAGANUMA,

Masakazu KOMATSU and Takumi ONDA

要 約

山梨県産野菜31品種を対象に、その抗酸化活性とポリフェノール量を調査した。野菜中で高い抗酸化活性を示したのは、モロヘイヤとクレソンであり、ポリフェノール含量の高い野菜は、高い抗酸化活性を示す傾向にあった。

Abstract

The antioxidative activity and polyphenol content of vegetable were investigated. Molocheiya and cresson showed the high antioxidative activity as compared with other vegetables. Moreover, vegetables of high polyphenol contents suited the tendency which shows high antioxidative activity.

1. 緒 言

近年、ヒトの健康保健に対する関心はますます高まり、食品開発においては健康をキーワードに「機能性」の付与・増強が最も重要視されてきている。これは日本人の3大死因であるガン、脳卒中及び心疾患の原因となる生活習慣病（高血圧、肥満、高脂血症及び糖尿病）の増加、また花粉症や食物などによるアレルギー発症者の増大によるもので、今後はこれら疾病予防のための医薬品や食品開発に焦点が絞られることが予想される。

そのため、全国的にも野菜、果実及び水産物などの地域産物を用いて、抗酸化、高血圧予防、抗ガン及び抗アレルギーなどの機能性の探索が行われているが、本県においては、多くの農林産物が存在するにもかかわらず、このような機能性評価を実施した報告は未だ少ない。

そこで、本県の農林産物である野菜、果実、きのこ類などを対象にその機能性成分を明らかにし、有効成分を多量に含む農産物の育成や新たな機能性食品の開発を実施することで、農、工融合の産業の創出に供することを目標とする。

今回は県産野菜を対象に、その機能性を明らかにすることを目的とした。山梨県内の限られた地域で長年生産されてきた伝統・特産野菜（おちあいいも（丹波山村）、大塚にんじん（市川三郷町）、やはたいも（甲斐市）、鳴沢菜（鳴沢村）、長禅寺菜（甲府市）、大野菜（身延町）、

クレソン（道志村）、長かぶ（上野原市）など）や生産量の多い一般の野菜類（スイートコーン、キュウリ、トマトなど）を対象として、その抗酸化活性について調査した。

2. 実験方法

2-1 供試野菜

供試野菜を表1に示した。これらの野菜はいずれも山梨県産であり、平成16~17年度に農園（農家）、農協などの直売所、スーパーなどで購入した。ここでは、県農政部で紹介している8種の野菜に早川町の茂倉うり及び甲斐市のやはたいもを加えて「伝統・特産野菜」とし、それ以外の野菜を「一般野菜」とした。

2-2 分析試料の調製

野菜（可食部）20gを細断し、破碎後の終濃度が80%となるよう99.5%エタノールを加え、15分間加熱還流を行った。冷却後ホモジナイズし、ろ紙（ADVANTEC No.2）でろ過した。残さは回収し、80%エタノールを加えて同様に加熱還流を行い、ろ紙（ADVANTEC No.2）でろ過した。ろ液はすべて合わせて45~50℃下で減圧濃縮を行い、蒸留水で50mlに定容した。この液をろ紙（ADVANTEC No.5）でろ過したものを分析試料した。

表1 供試野菜

区 分	名 称 ・ 品 種
伝統・特産野菜	大野菜, おちあいいも, 大塚にんじん
	長禅寺菜, 水掛菜 (水菜, 冬菜), 長かぶ
	クレソン, 鳴沢菜, 茂倉うり
	やはたいも (静岡早生)
一 般 野 菜	ジャガイモ (メークイン, キタアカリ, 男爵アンデスレッド, デジマ)
	スイートコーン (甘々娘, 味来, おひさまコーン, ゴールドラッシュ)
	モロヘイヤ, 野沢菜, ブッキーニ, キュウリ
	白うり, 大根 (浅尾ダイコン)
	ハウレンソウ, 小松菜, トマト, 水菜
	ブロッコリー

2-3 DPPHラジカル消去能評価試験

試験は須田らの方法¹⁾に従った。はじめに、(a)野菜抽出液とエタノールの混液 (1:4) と、(b)DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) のエタノール溶液 (400 $\mu\text{mol/L}$), MES (2-morpholinoethanesulphonic acid) buffer (200mol/L pH6.0) 及び20%エタノールの混液 (1:1:1) を調製した。1サンプル (抽出液) につき、6本の試験管を用意し、1本毎に0.9mlずつ(b)の混液を分注した。次に6本の試験管に80%エタノールをそれぞれ300, 270, 240, 180, 120, 60 μl 加え、さらに(a)液をそれぞれ0, 30, 60, 120, 180, 240 μl 加えて反応させた。この反応液を石英セルに入れ、分光光度計により、(a)液を加えてから20分後の520nm吸光度を測定した。

また、Troloxの80%エタノール溶液 (0.2m mol) を調製し、同様の操作をおこなった。Trolox量と吸光度の検量線を作成し、この検量線から各抽出液に含まれる抗酸化物質質量 (Trolox相当量) を算出した。

2-4 ポリフェノール含量の測定

ポリフェノール含量は、既報²⁾に準拠してフォーリン・チオカルト試薬を用いて定量し、没食子酸として算出した。

すなわち、試験管に2-2の野菜抽出液0.1ml, 蒸留水0.9mlを加え、10倍に希釈した後、蒸留水で2倍希釈したフォーリン・チオカルト試薬1mlを加えて攪拌した。3分後、炭酸ナトリウム水溶液 (0.4mol) 5mlを加え攪拌した後、試験管を50℃の恒温槽に入れ、5分間保持した。試験管を1時間水冷させた後、分光光度計で765nmの吸光度を測定した。

標準物質として没食子酸を用い、その水溶液 (1, 2, 4, 6, 8 mg/100ml) を調製し、上記の操作を行っ

て検量線を作成した。没食子酸の検量線から抽出液中のポリフェノール量を算出し、さらに野菜中の含量に換算して示した。

3. 結 果

3-1 伝統・特産野菜の抗酸化活性とポリフェノール含量

伝統・特産野菜の抗酸化活性について、図1に示した。伝統・特産野菜11種で比較すると、クレソンが最も抗酸化活性が高く、558 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ であった。続いて水かけ菜 (冬菜) 及び長かぶがそれぞれ346及び337 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ であった。逆に抗酸化活性が低いものは、茂倉うり、大塚にんじん、おちあいいも及びやはたいもであり、いずれも100 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 以下であった。

次に抗酸化活性の主要原因物質と考えられるポリフェノール含量について測定した。図2に伝統・特産野菜のポリフェノール含量について示した。ポリフェノール含量は、クレソン、水かけ菜 (冬菜) 及び長かぶにおいて100mg/100g以上の値を示し、水かけ菜 (水菜)、大野菜及び長禅寺菜が50mg/100g以上の値を示した。一方、ポリフェノール含量が低いのは、茂倉うり、大塚にんじん、やはたいも及びおちあいいもであり、25mg/100g以下の値であった。

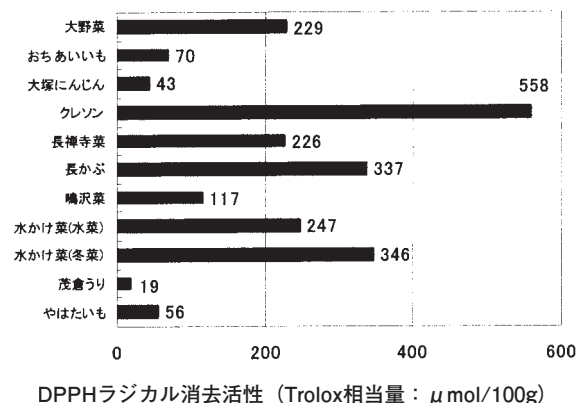


図1 伝統・特産野菜の抗酸化活性

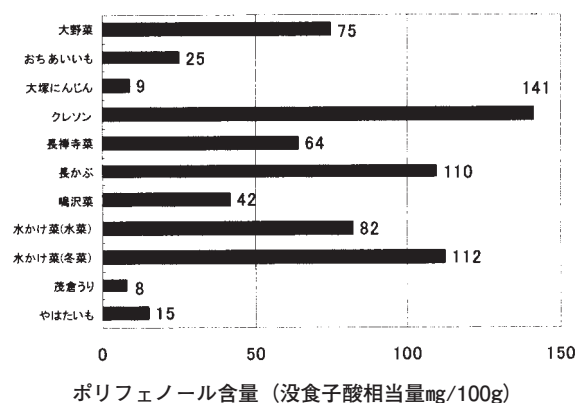


図2 伝統・特産野菜のポリフェノール含量

3-2 一般野菜の抗酸化活性とポリフェノール含量

一般野菜の抗酸化活性について、図3に示した。一般野菜20種で比較すると、モロヘイヤが最も抗酸化活性が高く、2685 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ であった。続いてブロッコリー、水菜及びスイートコーン(甘々娘)がそれぞれ388、177及び173 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ であった。逆に抗酸化活性が低いものは、白うり、キュウリ、ズッキーニ、アンデスレッド、トマト、大根(浅尾大根)であり、いずれも50 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 以下であった。

次に3-1と同様にポリフェノール含量について測定した。図4に一般野菜のポリフェノール含量について示した。ポリフェノール含量は、モロヘイヤで最も高く、388mg/100gを示した。ついでブロッコリーが100mg/100g以上の値を示し、水菜及び小松菜が50mg/100g以上の値を示した。一方、ポリフェノール含量が低いのは、キュウリ、白うり、トマト、大根(浅尾大根)であり、10mg/100g以下の値であった。

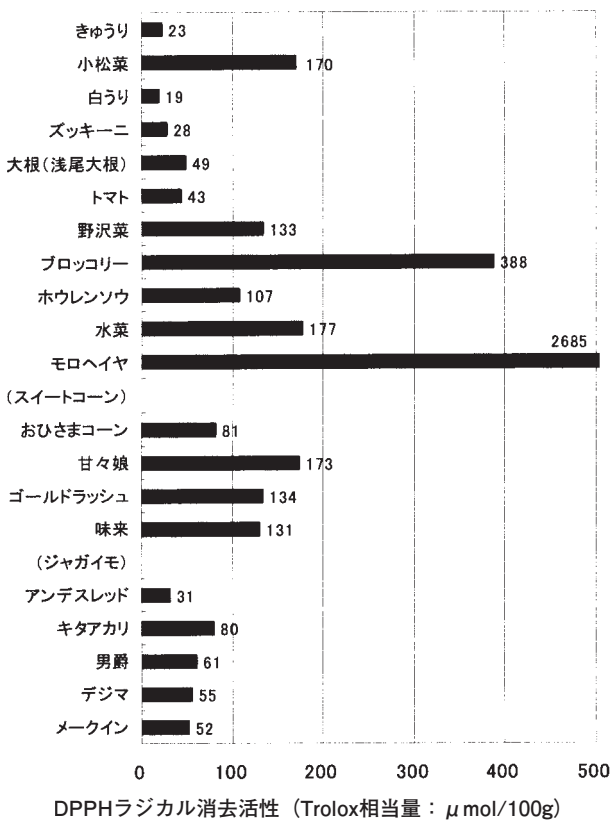


図3 一般野菜の抗酸化活性

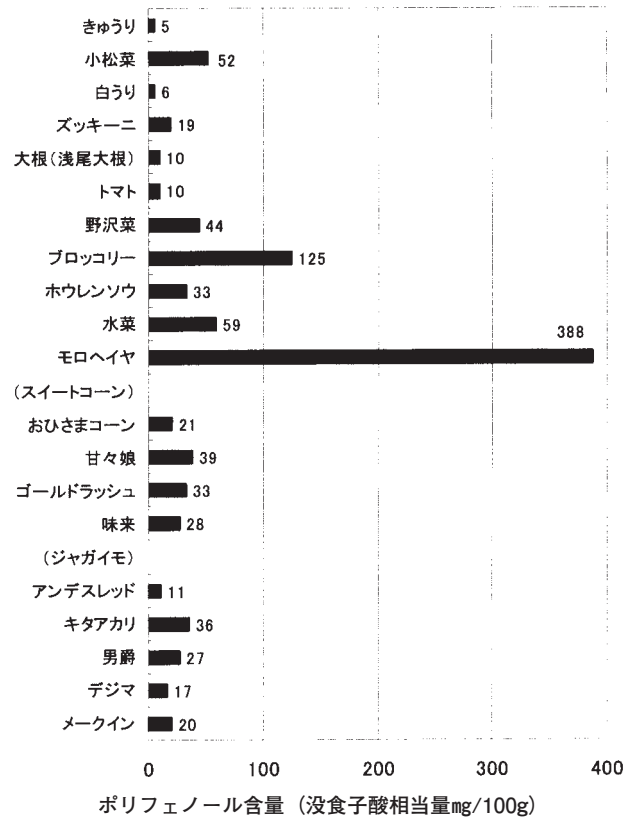


図4 一般野菜のポリフェノール含量

4. 考察

4-1 野菜の抗酸化活性とポリフェノール量

野菜に含まれる抗酸化物質としては、ポリフェノール類以外にも、カロチノイド、ビタミンC、ビタミンEなどが知られている。特にポリフェノール類については、津志田ら³⁾が43種類の野菜を用いて抗酸化活性の評価を行った結果、それらの抽出液中のポリフェノール含量と抗酸化活性には高い相関があることを報告している。

今回、県産野菜に対して実施した抗酸化活性とポリフェノール含量の分析結果(図1~図4)においても、抗酸化活性は抗酸化物質であるポリフェノール含量と高

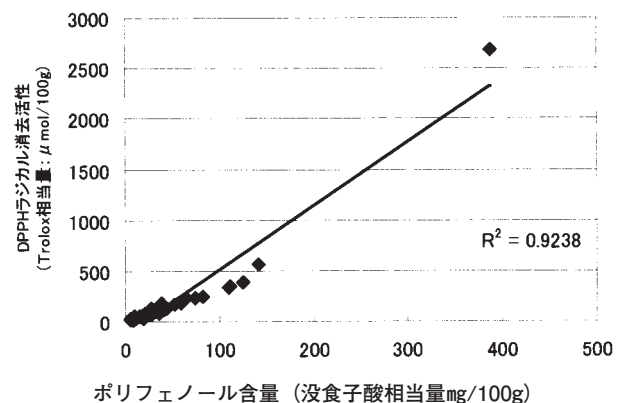


図5 全野菜試料の抗酸化活性とポリフェノール含量

い相関を示しており (図5), これが抗酸化活性を示す主要原因物質であることが推察された。

4-2 伝統・特産野菜の抗酸化活性

4-2-1 根菜類 (おちあいいも, やはたいも, 大塚にんじん, 長かぶ)

おちあいいもは, 丹波山村で栽培されている赤皮の馬鈴薯で, 小型, 大きさや形が揃いといった特徴を有する。おちあいいも及び他のジャガイモ (アンデスレッド, キタアカリ, 男爵, デジマ及びメークイン) の抗酸化活性及びポリフェノール含量を図6に示した。

これらジャガイモの抗酸化活性は, 可食部 (皮を含めない) 試料では11~81 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ の数値を示し, この中でおちあいいも (可食部) の抗酸化活性は70 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ であった。

おちあいいもの皮は赤色を呈することから, 皮中にアントシアニン等を有することが期待される。そこで他の品種も含め, 皮を含む試料について同様に抗酸化活性を評価した。図6において◆で示した (おちあいいもは◇で示した) が, このときの抗酸化活性は, 83~147 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ であり, おちあいいもは147 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ を示した。

一方, ポリフェノール含量は, 可食部 (皮を含めない) 試料では11~36 $\text{mg}/100\text{g}$ の数値を示し, この中でおちあいいも (可食部) のポリフェノール含量は25 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ であった。また皮を含む試料のポリフェノール含量は, 31~43 $\text{mg}/100\text{g}$ であり, おちあいいもは43 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ を示した。

以上の結果から, おちあいいもは, 他の品種と比較して同等以上の抗酸化活性とポリフェノール含量を示すことが明らかとなった。

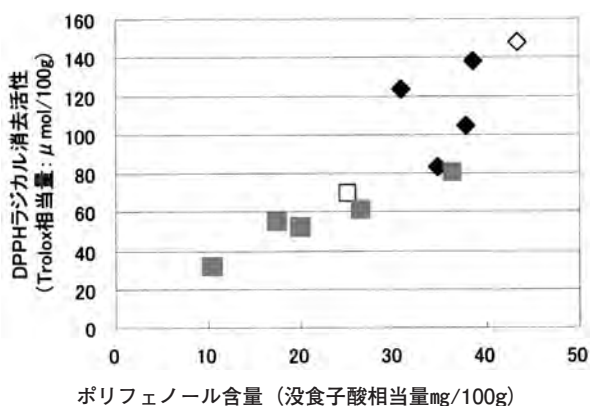


図6 ジャガイモの抗酸化活性と及びポリフェノール含量 (■: 可食部 (皮無) 試料, ◆: 皮付試料, □◇: おちあいいも)

やはたいもは, 甲斐市八幡地区を中心に栽培されている里芋である。今回, 他の里芋について分析を実施していないが, やはたいもの抗酸化活性及びポリフェノール

ル含量は56 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 及び15 $\text{mg}/100\text{g}$ であり, ジャガイモと比較して, ほぼ同程度の活性及び含量を示していた。

大塚にんじん, 長かぶはそれぞれ市川三郷町 (旧三珠町), 上野原市 (旧秋山村) で栽培されている野菜である。長かぶは伝統・特産野菜の中でクレソン, 水かけ菜について高い活性を示したが, 大塚にんじんの抗酸化活性及びポリフェノール含量はともに低い値であった。

4-2-2 茎葉菜類 (大野菜, クレソン, 長禅寺菜, 鳴沢菜, 水かけ菜)

大野菜, クレソン, 長禅寺菜, 鳴沢菜及び水かけ菜はいずれもアブラナ科の野菜であり, 身延町大野地区, 道志村, 甲府市, 鳴沢村及び都留市・富士吉田市を中心に栽培されている。水かけ菜は, 湧水をかけ流しにした畑で栽培されているが, 品種は水菜 (淡緑色, 在来の早だし品種) と冬菜 (紫がかった濃緑色) がある。

これらの野菜は, 食卓に上ることの多いホウレンソウ, 小松菜及び野沢菜と比較して, 同等以上の抗酸化活性及びポリフェノール含量を示した (図1~4)。特にクレソンは高い抗酸化活性及びポリフェノール含量を示し, 抗酸化活性はホウレンソウの約5倍, 小松菜の約3倍であり, ポリフェノール含量はホウレンソウの約4倍, 小松菜の約3倍であった。しかし, 全野菜の中で最も高い抗酸化活性及びポリフェノール含量を示したモロイヤと比較すると, 抗酸化活性は約1/5, ポリフェノール含量は約1/3であった。

4-2-3 果菜類 (茂倉うり)

茂倉うりは, 早川町茂倉地区を中心に栽培されている在来品種である。

キュウリや白うりと比較すると, 抗酸化活性及びポリフェノール含量はほぼ同程度の値を示していたが, 全野菜の中でこれらの野菜は抗酸化活性及びポリフェノール含量ともに低いグループに属していた。

5. 結 言

県内産野菜31種類の抗酸化活性とポリフェノール含量について調査したところ, ポリフェノール含量の高い野菜は, 高い抗酸化活性を示す傾向にあった。野菜31種類中で高い抗酸化活性を示したのは, モロヘイヤ, クレソンであり, その他茎葉菜類も高い抗酸化活性を示した。

伝統・特産野菜の茎葉菜類は, 一般野菜と比較して十分に高い抗酸化活性を示しており, 抗酸化活性に着目した機能性食品の開発を検討する際には, 茎葉菜類の利用が有効と考えられる。

参考文献

- 1) 篠原和毅・鈴木建夫・上野川修一 編著：食品機能研究法, 光琳, P.218 (2000)
- 2) 辻政雄・木村英生：山梨県工業技術センター研究報告, Vol.15, P.34 (2000)
- 3) 津志田藤二郎・鈴木雅博・黒木柁吉：日本食品科学工学会誌, Vol.41, No.9, P.611 (1994)

新作物キノアの子実調整機能の調査とその利用技術の開発

総合農業試験場

竹丘 守・石井 利幸・加藤 知美

内田 一秀・上野 直也・長坂 克彦

Investigation of Biological Conditioning Action and Development of the Utilization Technology in New Crop Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

Mamoru TAKEOKA, Toshiyuki IISHII, Tomomi KATO,

Kazuhide UCHIDA, Naoya UENO and Katsuhiko NAGASAKA

要 約

南米原産のアカザ科に属する擬穀類キノアの国内初の産地化を目指して、山梨県におけるキノア栽培について検討を行った。平成17年度は優良系統としてNL-6系統を選抜した。NL-6系統の播種期を標高315mは4月上旬と中旬、標高955mは4月中旬と下旬で、栽植密度を30~180個体/m²で比較した結果、それぞれの標高別において播種時期及び栽植密度の違いによる子実収量や子実品質への明らかな影響は認められなかった。栽培期間中の主要な害虫はアブラムシ類、カメムシ類、カメノコハムシ及びスリップス類であった。施肥量は窒素1.6kg/aまでは基肥の増加に伴い多収になる傾向があった。現地実証試験では13~21kg/a程度の子実収量を得ることができた。また、良質種子選別技術として比重選別機の利用は有効であることを確認した。

1. 緒 言

キノア (*Chenopodium quinoa* Willd.) は南米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であった¹⁾。キノア子実(種子)は米や小麦などの主要穀物と比べ、必須アミノ酸組成に優れており、カルシウム、マグネシウムなどのミネラル栄養素も多く含まれている。昨年度、本県において試験栽培した子実は玄米に対してカルシウム、マグネシウム、カリウムはそれぞれ約6倍、5倍、2倍であった。また近年では小川ら²⁾によってキノアの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。

キノアの品種はFlemingら³⁾がペルーやボリビアにおける栽培地域によって、Valley type, Altiplano type, Salar type, Sea-level typeの4つに分類している。このうち前者3 typeは標高2000~4000mの高標高地でのみ栽培されているのに対して、Sea-level typeは比較的平地でも栽培が可能であり、我が国への導入が期待できる。現在国内で流通しているキノアはすべて輸入品であるため、Sea-level typeのキノアを本県で生産して、これを原料にすれば、市場性の高い新ブランド商品になりうると考えられる。

そこで本研究では、キノアの国内初の産地化を目指して栽培可能な優良系統の栽培法を確立し、この子実の内容成分を調査して県産キノアを用いた新商品を開発する。

平成17年度は優良系統の選定、播種時期、栽植密度及び施肥量に関する試験、栽培期間中の病害虫発生消長の調査を行う。さらに、良質種子選別技術として、キノアより小粒のアマランサスで有効性が明らかになっている(大里ら⁴⁾) 振動型比重選別機の適用性についても明らかにする。

2. 実験方法

2-1 優良品種・系統の選定

試験圃場は総合農業試験場(甲斐市下今井、標高315m、灰色低地土、pH(H₂O):6.3、EC:0.06dS/m、前作:水稲、以下平坦地と略す)、及び総合農業試験場八ヶ岳試験地(北杜市高根町、標高955m、黒ボク土、pH(H₂O):6.9、EC:0.11dS/m、前作:麦、以下高冷地と略す)とした。供試系統は平成16年度までに本県において栽培が可能であることが明らかになっているNL-6系統(sea-level type、平成16年度本試験場産、以下N6と略す)を対照に5系統、すなわちBaer Cajon

(BC・平成16年産), Cauquenes (CQ), Q-1 (Q1・H16年産), Q-2 (Q2・H16年産), Q-3 (Q3・H16年産)を用いた。施肥量は化成8号(8-8-8)を $N-P_2O_5-K_2O$ として平坦地は各1.6kg/a, 高冷地は各0.8kg/aを全層施用した。その他に両試験圃場とも牛ふん堆肥($N-P_2O_5-K_2O:1.1-1.2-1.5\%$)100kg/a, 苦土石灰5kg/a, FTE0.4kg/aを全層施用した。平坦地は4月15日, 高冷地は4月26日に播種し, 発芽後間引きを行い, 栽植様式を畝幅60cm×株間5.6cmで30個体/㎡とした。試験規模は1区6㎡として各区2反復で行った。調査項目は出芽率, 各生育期, 草丈, 倒伏・挫折程度, 子実収量及び品質, 千粒重とした。収量調査は天日乾燥, 脱穀(藤原製作所製TSL型), 風選(木屋製作所製), 搗精(山本製作所製VP31T, 搗精白度2, 流量2~3)後の子実を用いて行った。なお栽培期間中の薬剤散布は行わなかった。

2-2 播種時期と栽植密度

試験圃場は平坦地(pH(H₂O):6.2, EC:0.05dS/m, 前作:水稻), 及び高冷地(pH(H₂O):6.9, EC:0.11dS/m, 前作:麦)とし, 供試系統は平成16年に本試験場で採種されたN6とした。試験区として, 播種期は早播き区(平坦地:4月5日, 高冷地:4月14日), 標準播き区(平坦地:4月19日, 高冷地:4月26日)の2水準, 栽植密度は30個体/㎡(畝間60cm×株間5.6cm), 60個体/㎡(畝間30cm×株間5.6cm), 90個体/㎡(畝間60cm×株間1.8cm), 180個体/㎡(畝間30cm×株間1.8cm)の4水準を設けた。ただし, 早播き区は30と90個体/㎡のみとした。試験規模は1区12.6㎡の2反復とし, 施肥量及び調査項目は2-1と同様に行った。栽培期間中の薬剤散布は平坦地において5月17日にMEP50%乳剤(1000倍希釈), 高冷地において6月2日にDEP粒剤(0.2kg/a), 6月9日にMEP50%乳剤(1000倍希釈), 7月7日にシペルメトリン水和剤(1000倍希釈)を用いた。

2-3 病害虫発生消長

キノア栽培期間中における病害虫の発生消長を調査した。試験圃場, 供試系統, 施肥量, 試験規模等は2-2と同様に行った。播種は両圃場とも2-2の標準播き区と同日に行い, 栽植密度は30個体/㎡とした。栽培期間中の薬剤防除は5月17日に平坦地においてMEP50%乳剤(1000倍希釈)を散布した。高冷地では実施しなかった。

見取り調査は各区20個体を対象として行い, 発芽約1ヶ月後までは全ての展開葉に寄生した各害虫の虫数とウイルス病様症状(黄化, 萎縮, モザイク)の発生個体数を計数した。その後は10葉/個体について各害虫の寄生虫数を調査した。また, スリップス類による吸汁お

よびカメノコハムシ*Cassida nebulosa* Linnaeusによる被害を対象に5葉/株について被害程度を調査した。出蕾後は1穂/個体を対象にアブラムシ類の寄生度と寄生穂率を調査した。叩き落とし調査は生育期後半に各区5個体を対象に行い, 穂部へのカメムシ類の寄生虫数について計数した。なお, それぞれの調査は2週間毎に実施した。

2-4 施肥量

1) 基肥窒素量が生育・収量に及ぼす影響

試験圃場は平坦地及び高冷地としてN6系統を供試した。試験区は基肥窒素量として化成8号で平坦地は0, 0.8, 1.6, 2.4, 3.2kg/a, 高冷地は0, 0.4, 0.8, 1.6, 2.4kg/aを全層施用した区を設けた。窒素0kg/a区は P_2O_5, K_2O を平坦地は各1.6kg/a, 高冷地は各0.8kg/aを単肥で施用した。なお, 全試験区に苦土石灰5kg/a, FTE0.4kg/aを全層施用した。試験規模は1区9㎡の2反復で行った。平坦地は4月19日, 高冷地は4月27日に播種し, 発芽後間引きを行い, 栽植密度を30個体/㎡とした。調査項目は2-1と同様に行った。

2) 分肥が生育・収量に及ぼす影響

試験圃場, 供試系統及び耕種概要は前試験と同様に行った。試験区は出蕾期追肥区と開花期追肥区及び全量基肥区を設けた。各追肥区は基肥として化成8号を窒素で平坦地は0.8kg/a, 高冷地は0.4kg/a相当量を施用し, それぞれの生育ステージ時に硝安入細粒S842を窒素で平坦地は0.8kg/a($P_2O_5-K_2O=0.18-0.53$ kg/a), 高冷地は0.4kg/a($P_2O_5-K_2O=0.09-0.27$ kg/a)を追肥した。なお, 全量基肥区の施肥窒素量は化成8号で平坦地は1.6kg/a, 高冷地は0.8kg/aとした。なお, 全試験区に苦土石灰5kg/a, FTE0.4kg/aを全層施用した。試験規模, 栽植密度, 調査項目については前試験と同様に行った。

2-5 現地実証

試験圃場は南巨摩郡身延町(標高250m, 灰色低地土, pH(H₂O):7.5, EC:0.06dS/m, 前作:ジャガイモ・ネギ), 北杜市明野町(標高700m, 黒ボク土, pH(H₂O):6.6, EC:0.07dS/m, 前作:ジャガイモ), 北杜市須玉町(標高800m, 黒ボク土, pH(H₂O):5.9, EC:0.10dS/m, 休耕地), 北杜市長坂町(標高910m, 黒ボク土, pH(H₂O):7.0, EC:0.35dS/m, 休耕地)の4カ所で行った。供試系統はN6とし, 播種は身延:4月7日・18日, 明野:4月14日・26日, 須玉:7月22日・8月10日, 長坂:4月14日・26日のそれぞれ2水準とした。施肥量は身延・明野・須玉が化成8号で $N-P_2O_5-K_2O$ として1.6-1.6-1.6kg/a, 長坂が菜種粕で2.0-0.8-0.4kg/aとした。その他に明野は燂リン6kg/a, 牛糞堆肥($N-P_2O_5-K_2O:1.1-1.2-1.5\%$)100kg/a, 須玉は牛糞堆肥200kg/a, 長坂は牛糞堆肥($N-P_2O_5-K_2O:$

2.4-6.1-2.6%) 60kg/aを全層施用した。栽培期間中の薬剤防除は身延(6月7日)と明野(6月9日)においてMEP50%乳剤(1000倍希釈)を用いた。調査項目は2-1と同様とした。

2-6 良質子実選別技術

比重選別機はウェストラップ社製(型式:LA-K)で、選別するデッキは1/3サイズを用いた。供試系統はN6で、2-2において平坦地及び高冷地の標準播き区で得られた子実(無選別時千粒重はそれぞれ2.15g, 2.73g)で選別した。試験はデッキからの排出口幅(図1の①~③)を比重の小さい方から4-22-4, 5-20-5, 6-18-6(cm)に調整して、選別されたキノアの重量比、千粒重及び発芽率を調査した。発芽試験は直径9cmのガラスシャーレにろ紙を敷き、2mlの蒸留水を添加した後、子実を100粒置床した。これを25℃、暗黒条件下、3反復で行い、子葉が展開した個体数を播種5日後の発芽数を調査して発芽率を算出した。

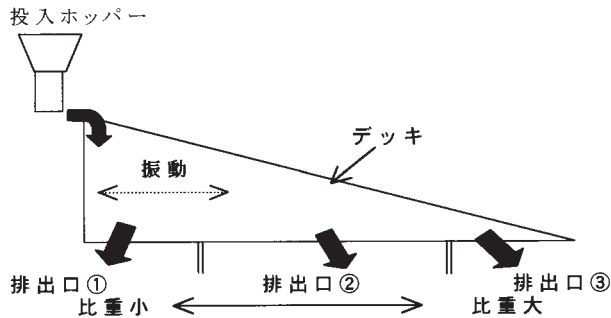


図1 比重選別機の基本構造

➡ …種子の流れ
 = …排出口調整板

3. 結果

3-1 優良品種・系統の選定

1) 平坦地

N6と比較してBCとQ1の出芽率が著しく低かった。また、各品種、系統とも開花期5~9日遅く、成熟期が2~6日遅かった。草丈はCQがN6より低くなったが、N6を除く5系統とも6月29日~7月4日の降雨により、多くの個体が倒伏または挫折した。子実収量はN6に対して有意に低くなった。千粒重はBCを除く4系統はN6と同等以上であった(表1)。

2) 高冷地

BCとQ1の出芽率がN6に対して著しく低かった。平坦地同様6月29日~7月4日の降雨による倒伏で、CQ, BC及びQ2は片反復、Q1とQ3は2反復とも成熟期までには至らなかった。各系統とも成熟期はN6に対して1~3日遅くなり、草丈は1.2~1.3倍、花穂

長は1.1~1.4倍となった。単位面積当たりの子実収量はCQ, 千粒重はQ2がN6より高い値となった(表2)。

表1 平坦地における各系統の生育と子実収量

系統	出芽率 (%)	開花期 (月 日)	成熟期 (月 日)	草丈 (cm)	花穂長 (cm)	分枝数	倒伏程度	挫折程度	汚粒程度	子実収量 (kg/a)	千粒重 (g)
CQ	63.0	6.02	7.25	76	13.0	11.2	3.5	4.0	2.0	10.04*	2.31
BC	1.0	6.01	7.24	133	26.1	18.4	2.5	4.0	2.0	3.68*	1.64
Q1	5.3	6.04	7.21	118	21.6	14.8	4.0	4.5	2.0	6.46*	2.02
Q2	34.3	6.05	7.21	121	20.9	13.4	3.5	3.0	1.0	3.10*	2.40
Q3	50.0	6.04	7.21	116	19.1	13.7	3.0	3.5	1.5	3.65*	2.32
N6	52.4	5.27	7.19	117	18.0	13.7	1.0	1.0	2.0	21.73	1.99

z : 区内の40~50%の個体に開花が確認された日(観察)
 y : 子実の80~90%が指で押してもつぶれないようになった日(観察)
 x : 0(無)~5(甚)の6段階評価(観察)
 w : 黒い粒の割合 0(0~5%), 1(6~10%), 2(11~20%), 3(21~40%), 4(41~60%), 5(61%以上)(観察)
 v : *はdunnettの検定でN6に対して有意差(5%有意水準)が認められることを示す

表2 高冷地における各系統の生育と子実収量

系統	出芽率 (%)	開花期 (月 日)	成熟期 (月 日)	草丈 (cm)	花穂長 (cm)	分枝数	倒伏程度	挫折程度	汚粒程度	子実収量 (kg/a)	千粒重 (g)
CQ	63.5	6.19	8.12	124	17.7	9.1	2.0	3.5	2.0	21.17	2.03
BC	10.5	6.19	8.10	130	21.1	11.1	2.0	5.0	2.0	18.66	2.50
Q1	14.5	6.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Q2	47.5	6.21	8.12	135	23.4	11.2	2.0	5.0	2.0	14.42	2.73
Q3	50.0	6.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N6	54.5	6.19	8.09	105	16.8	7.8	0.5	1.5	0.5	18.91	2.69

z, y, x, w : 表1参照

3-2 播種時期と栽植密度

1) 平坦地

出芽率は10.8~20.9%と低かった。開花期までの生育期は、両播種期とも栽植密度の違いによる影響は認めら

表3 平坦地における播種時期と栽植密度の違いがキノアの生育と子実収量に及ぼす影響

播種日 (月 日)	栽植密度	出芽率 (%)	出芽期 (月 日)	開花期 (月 日)	成熟期 (月 日)	生育日数 (日)	倒伏程度	汚粒程度	草丈 (cm)	花穂長 (cm)	地上部重 (kg/a)	子実収量 (kg/a)	千粒重 (g)
4.05 (早播)	30個体/m ²	18.5	5.04	5.23	7.12	98	0.0	2.0	85	14.9	66.1	19.7 ^a	1.94
	90個体/m ²	20.9	5.04	5.23	7.12	98	1.5	2.5	79	11.8	79.7	18.9 ^a	1.67
4.19 (標準)	30個体/m ²	12.7	5.19	5.31	7.24	96	0.0	1.5	101	16.2	71.9	24.9 ^b	1.90
	60個体/m ²	10.8	5.19	5.31	7.23	95	0.0	2.0	86	14.1	75.6	27.7 ^{ab}	1.83
	90個体/m ²	11.2	5.19	5.31	7.24	96	0.0	1.5	98	14.1	80.0	29.6 ^b	1.93
	180個体/m ²	12.8	5.19	5.31	7.23	95	0.0	2.0	82	12.7	92.2	28.1 ^b	1.92

z, y, x : 表1参照
 v : 異なる英小文字はTukeyの多重比較で有意差(5%有意水準)が認められることを示す。

れなかったが、成熟期は標準播き区の栽植密度60と180個体/m²区が他の2区より1日早くなった。子実収量は標準播き区の方が早播き区より多い傾向となったが、栽植密度の違いによる影響は見られなかった。千粒重は早播き90個体/m²区が他の区に対して低くなった(表3)。

2) 高冷地

出芽率は42.2~51.2%となった。平坦地同様、標準播き区の栽植密度60と180個体/m²区の成熟期が他の区より2日早くなった。子実収量は標準播き180個体/m²区が他の区に対してやや低くなった。千粒重は播種期、栽植密度の違いによる影響は認められなかった(表4)。

表4 高冷地における播種時期と栽植密度の違いがキノアの生育と子実収量に及ぼす影響

播種日 (月日)	栽植密度 (個体/m ²)	出芽率 (%)	生育期			生育日数 (日)	倒伏率 (%)	千粒重 (g)	草丈 (cm)	花穂長 (cm)	地上部重 (kg/a)	子実収量 (kg/a)	千粒重 (g)
			出芽期 (月日)	開花期 (月日)	成熟期 (月日)								
4.14 (早播き)	30個体/m ²	48.2	5.22	6.07	7.30	107	0.0	0.0	97	14.5	63.4	25.1 ^b	2.78
	90個体/m ²	48.8	5.22	6.07	7.30	107	0.0	0.0	87	12.6	66.5	21.0 ^{ab}	2.49
4.26 (標準播き)	30個体/m ²	51.2	6.02	6.21	8.09	104	0.5	0.0	111	20.0	62.8	24.5 ^b	2.50
	60個体/m ²	42.2	6.02	6.21	8.07	102	0.5	0.0	92	16.8	65.9	22.5 ^{ab}	2.54
	90個体/m ²	46.8	6.02	6.21	8.09	104	0.5	0.0	101	15.3	65.8	22.9 ^{ab}	2.57
	180個体/m ²	49.5	6.02	6.21	8.07	102	0.0	0.0	77	11.1	47.4	17.5 ^a	2.46

z, y, x, w : 表3参照

3-3 病害虫発生消長

主に観察された害虫はアブラムシ類、カメノコハムシ、スリップス類、カメムシ類であった。また葉上に、うどんこ病様症状が散見された。

アブラムシ類は平坦地の生育初期で特に多数の寄生が認められたが、薬剤散布による防除や生育期後半における落葉および乾燥のため、子実の成熟期には寄生虫数は激減した(表5)。アブラムシの主な種類はワタアブラムシ *Aphis gossypii* Gloverであった。なお、平坦地、高冷地とも栽培期間を通じ、すす病の発生は認められなかった。

カメノコハムシの発生が認められ、特に高冷地においては多数の寄生と著しい葉の食害を受けた。卵塊、幼虫、蛹、成虫の観察数から、高冷地においては5月下旬頃にカメノコハムシの越冬成虫がキノアに飛来して産卵を行い、6月上旬頃に第1世代幼虫が発生、6月下旬頃に蛹化、そして7月上旬頃から次世代の成虫が羽化していると考えられた(表6)。

スリップス類の吸汁による葉の激しい変色被害が平坦地において発生した(表7)。6月28日に平坦地において葉上のスリップス類を92頭収集して同定したところ、ミカンキイロアザミウマ *Frankliniella occidentalis* (Pergande) の占める率が67.4%と最も多く、残りは主にネギアザミウマ *Thrips tabaci* Lindemanであった。

カメムシ類の穂部への寄生が、平坦地において多数確

認された(表8)。主な種類はヒメナガカメムシ *Nysius plebeius* Distantであった。

なお、ウイルス病様症状の発生は確認されなかった。

表5 キノアにおけるアブラムシ類の発生消長

調査部位・対象	調査地・調査日									
	平坦地					高冷地				
	5/11	5/25	6/8	6/23	7/6	5/24	6/8	6/21	7/6	7/19
葉部 寄生虫数 (頭/10葉)	47.1	4.9	7.5	15.9	1.8	0.1	1.4	18.0	1.5	0.8
穂部 寄生度 ¹⁾	-	-	23.1	8.1	0.0	-	-	1.3	2.5	0.0
寄生率 ²⁾	-	-	90%	33%	0%	-	-	5%	10%	0%

z) 寄生の程度を以下の基準で分け、寄生度を算出した。

穂あたりの寄生虫数

A : 201頭以上/穂, B : 51~200頭/穂, C : 11~50頭/穂,

D : 1~10頭/穂, E : 0頭/穂

寄生度 = {(4A+3B+2C+D)/(4×調査穂数)}×100

表6 キノアにおけるカメノコハムシの発生消長

調査対象・項目	調査地・調査日									
	平坦地					高冷地				
	5/11	5/25	6/8	6/23	7/6	5/24	6/8	6/21	7/6	7/19
卵塊	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.6	0.1	0.0	0.1
幼虫	0.0	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	3.6	11.4	0.9	0.0
蛹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.5	0.0
成虫 (個・頭/10葉)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.3
食害度 ¹⁾	-	-	-	-	38.4	-	-	-	75.0	-
食害率 ²⁾	-	-	-	-	78%	-	-	-	100%	-

z) 食害の程度を以下の基準で分け、被害度を算出した。

葉面積における被害面積の割合

A : 51%以上, B : 21~50%, C : 6~20%, D : 1~5%,

E : 0%

食害度 = {(4A+3B+2C+D)/(4×調査葉数)}×100

表7 キノアにおけるスリップスによる被害発生状況

調査対象	調査地・調査日				
	平坦地			高冷地	
	6/8	6/23	7/6	6/21	7/6
被害度 ²⁾	26.8	66.5	65.5	2.8	4.1
被害率 ²⁾	97%	100%	100%	11%	16%

z) 被害の程度を以下の基準で分け、被害度を算出した。

全葉面積における被害面積の割合

A : 51%以上, B : 21~50%, C : 6~20%, D : 1~5%,

E : 0%

被害度 = {(4A+3B+2C+D)/(4×調査個体数)}×100

表8 キノアにおけるカメムシ類の寄生虫数

調査項目	調査地・調査日				
	平坦地			高冷地	
	6/8	6/23	7/6	6/21	7/6
被害度 ²⁾	26.8	66.5	65.5	2.8	4.1
被害率 ²⁾	97%	100%	100%	11%	16%

z) 被害の程度を以下の基準で分け、被害度を算出した。

全葉面積における被害面積の割合

A : 51%以上, B : 21~50%, C : 6~20%, D : 1~5%,

E : 0%

被害度 = {(4A+3B+2C+D)/(4×調査葉数)}×100

3-4 施肥量

1) 基肥窒素量が生育・収量に及ぼす影響

草丈は平坦地が81~100cm(無窒素区を除く)、高冷地が84~109cm(無窒素区を除く)となり、施肥量の増加に伴って高くなる傾向にあった。子実収量は、試験圃場ごとに無窒素区以外の各試験区間で有意な差は認められなかったが、窒素施肥量が1.6kg/aまでは基肥の増加に伴い多収になる傾向があり、それ以上基肥窒素量を増やしても増加しなかった。千粒重については窒素施肥量の違いによる一定の傾向は認められなかった(表9)。

2) 分施が生育・収量に及ぼす影響

追肥は平坦地が出蕾期区5月19日、開花期区5月31日、高冷地が出蕾期区6月2日、開花期区6月21日に行った。それぞれ圃場ごとに、収量、千粒重、子実中のタンパク含量に差は認められなかった。ただし、高冷地において開花期追肥区の収量は全量基肥区と比べて多くなる傾向となった(表10)。

表9 基肥窒素量の違いとキノアの生育・収量

試験圃場	基肥窒素量 (kg/a)	草丈 (cm)	花穂長 (cm)	倒伏率 (%)	子実収量 (kg/a)	千粒重 (g)
平坦地	0	55.0	16.8	0.0	14.9a	1.72
	0.8	80.6	21.8	0.0	19.6ab	1.85
	1.6	94.3	25.9	0.0	30.7b	1.78
	2.4	95.5	22.7	0.0	25.3ab	1.99
	3.2	100.4	24.2	0.0	25.6ab	1.93
高冷地	0	63.6	15.8	0.0	17.7a	2.48
	0.4	84.2	22.2	0.0	24.6ab	2.47
	0.8	81.6	21.8	0.0	24.0ab	2.58
	1.6	90.5	24.6	0.0	32.0b	2.55
	2.4	108.9	28.2	0.0	32.6b	2.62

異なる英小文字はTukeyの多重比較で有意差(5%有意水準)が認められることを示す。

表10 窒素施肥の分施とキノアの生育・収量

試験圃場	試験区	草丈 (cm)	花穂長 (cm)	倒伏率 (%)	子実収量 (kg/a)	千粒重 (g)	タンパク含量 (g/100g)
平坦地	出蕾期追肥区	91.2	27.6	1.6	33.5	1.72	14.6a
	開花期追肥区	91.6	23.2	0.0	30.3 ²⁾	-	13.8a
	全量基肥区	94.3	25.9	0.0	30.7	1.92	14.3a
高冷地	出蕾期追肥区	86.7	23.3	0.0	27.9a	2.51	13.2a
	開花期追肥区	84.9	24.7	0.0	31.3a	2.53	14.1a
	全量基肥区	81.6	21.8	0.0	24.0a	2.58	13.2a

-: 未検定

異なる英小文字はTukeyの多重比較で有意差(5%有意水準)が認められることを示す。

3-5 現地実証

本年度の気温は5月中旬に平年を下回ったが、6月下旬と9月中旬が平年を3℃上回り、全般的に高く推移した。降水量は7月上旬を中心に極時的な大雨が多かった。しかし、9月以降は少雨傾向となったため、生育期間全体としては少なかった。

出芽後の栽植密度は、須玉8月10日播種区が14個体/m²であったのを除いて69~158個体/m²となった。ただし明野は出芽率が高く200個体/m²以上となったため、間引きを行い90個体/m²に調整した。生育日数は80~

105日となり標高が高くなるほど長くなる傾向が見られた。草丈は54~137cm、花穂長は11.9~21.4cmとなった(表11)。子実収量は身延4月18日播種区、須玉8月10日播種区及び長坂4月26日播種区が3.1~7.3kg/aと著しく低くなったが、その他は13.8~21.9kg/aであった。汚粒程度は身延の両播種区、須玉7月22日播種区及び長坂の両播種区が2以上と高くなり、それらは収穫直前に降雨があった試験区に多く見られた(表12)。

表11 各試験圃場におけるキノアの生育

試験場所	播種期	栽植密度 (個体/m ²)	出芽率 (%)	出蕾期 (月日)	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	生育日数 (日)	倒伏程度	挫折程度	草丈 (cm)	花穂長 (cm)
身延	4月7日	75	11.9	5.01	5.20	6.30	84	0.0	0.0	74	13.1
	4月18日	69	11.0	5.16	6.01	7.07	80	0.0	0.0	92	13.8
明野	4月14日	90	59.2	5.18	6.08	7.22	99	0.0	0.0	52	13.0
	4月26日	90	58.7	5.30	6.16	8.01	97	0.0	1.0	59	14.5
須玉	7月22日	158	33.1	-	8.22	10.14	84	1.0	2.0	57	11.9
	8月10日	14	8.1	8.26	-	10.28	79	0.0	0.0	54	13.7
長坂	4月14日	61	9.7	5.20	6.12	7.28	105	2.5	2.0	137	12.4
	4月26日	96	30.4	5.31	6.21	8.05	101	3.5	5.0	129	21.4

z, y, x: 表1参照

表12 各試験圃場におけるキノアの子実収量および品質

試験場所	播種期	地上部重 (kg/a)	子実収量 (kg/a)	子実千粒重 (g)	汚粒 ²⁾ 程度	収穫前4日間の降水量 (mm)
身延町	4月7日	55.6	14.6	2.04	2.0	70
	4月18日	45.2	7.3	1.72	2.5	70
明野町	4月14日	38.0	14.8	2.41	0.5	0
	4月26日	43.5	21.9	2.45	1.0	0
須玉町	7月22日	30.2	15.9	2.35	2.0	49
	8月10日	-	3.4	2.62	0.0	3
長坂町	4月14日	70.4	13.8	2.28	2.0	4
	4月26日	-	3.1	1.43	5.0	71

z: 黒い粒の割合 0(0~5%), 1(6~10%), 2(11~20%), 3(21~40%), 4(41~60%), 5(61%以上)(観察)

3-6 良質子実選別技術

今回の試料を選別する際の比重選別機の初期設定条件(デッキ全体に種子が均一に覆われる条件)は、デッキ角度(長手)1、デッキ角度(横手)0.25、ストローク幅7mm、風量2、供給スピード2~3、振動フィーダー(デッキスピード)380~400rpm/minであった。

産地の異なるキノアを用いても同じ排出口幅の位置であれば、選別重量比率はほぼ同等となった。また比重が大きくなるにしたがって千粒重が大きくなった(表13)。

選別後の発芽率は、比重が大きくなるほど向上する傾向が認められた。産地別では、平坦地産は最高で54%であったのに対して、高冷地産は中間排出口からの種子でも80%以上となった(図2)。

産地別のキノア千粒重と発芽率の相関係数は平坦地産は0.9683, 高冷地産は0.8544となり, 高い正の相関が見られた (図3)。

表13 選別後の重量比率と千粒重

採種条件 (選別前千粒重)	排出口幅 ①-②-③			選別比(重量割合%)			千粒重(g)		
	(cm)			①	②	③	①	②	③
本場産 (2.15)	4-22-4			11	75	13	1.46	2.22	2.73
	5-20-5			17	65	18	1.64	2.26	2.70
	6-18-6			20	57	23	1.73	2.26	2.52
八ヶ岳産 (2.73)	4-22-4			5	80	15	2.19	2.81	3.05
	5-20-5			16	68	16	2.49	2.87	2.96
	6-18-6			20	54	26	2.17	2.85	2.93

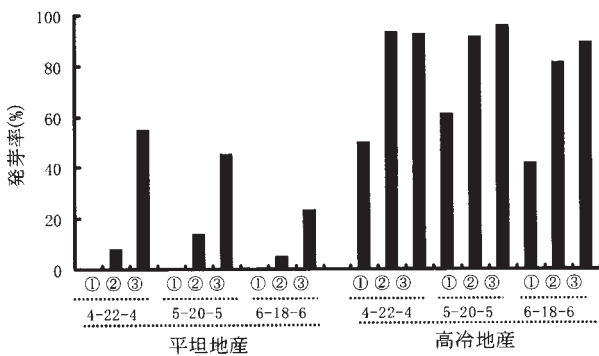


図2 産地・選別方法の違いとキノアの発芽率

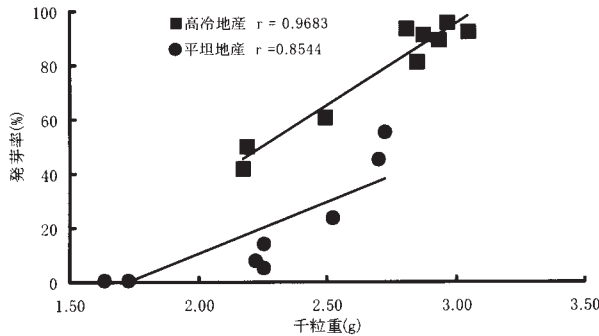


図3 選別後種子の千粒重と発芽率の関係

4. 考 察

本試験で供試したN6, BC及びCQについては我が国で栽培が可能であることや, N6が多収性系統の一つであるとの報告(氏家ら^{5),6)}があり, 本試験の結果と符合した。収量性, 耐倒伏性の観点から本県のキノア栽培では対照としたN6が最も有望系統であることが示唆された。BC等の一部の品種や系統の出芽率が極端に低かったことについては, Oelker⁷⁾がキノア子実は成熟期の降雨で容易に穂発芽するとしており, 今回供試した種子が採種の段階で穂発芽していた可能性が考えられる。そのため, 他の品種・系統についても良質の種子の

入手, 施肥量の調整等で本県でも栽培は可能であると思われる。

N6を用いた栽培試験では, 標高315mで4月上旬~中旬, 標高955mで4月中旬~下旬に播種し, 栽植密度を30~180個体/m²で栽培すると, 19~25kg/aの子実収量が得られた。試験圃場によって出芽率に違いが認められた。キノアの出芽には播種深度や土壌水分が関与していること(石井ら⁸⁾)や, 地下水位が高まると出芽率が低下すること(磯部ら⁹⁾)が明らかになっている。本試験では土壌や温度等が異なり, その要因は判然としなかった。また, 氏家ら¹⁰⁾はN6で栽植密度を133, 200個体/m²の密植と10, 33個体/m²の疎植と比較した結果, 密植の方が多収となるとしているが, 本試験では栽植密度の違いによる収量や子実品質等への明らかな影響は認められなかった。ただし, 畝間については, 中耕除草の効率を考慮すると現地への普及には, 60cm程度が適していると思われる。播種時期は現地の栽培体系も考慮して夏播きによる検討も必要であると考えられる。

4月播種において病害虫の発消長を調査したところ, 主要な4種の害虫のうちキノアに対する著しい被害が認められたのはカメノコハムシとスリップス類であった。これらの害虫による加害が収量や品質に及ぼす影響は明らかとなっていないが, 光合成の役割を担う葉部への加害程度は非常に高く, 相当な悪影響が懸念される。そのため何らかの防除手段の確立が必要であるが, 現時点では農薬取締法に基づく登録薬剤が無いため薬剤散布による防除は実施できない。今後はキノアにおける農薬登録が重要課題となる。また栽培期間中の穂部においてヒメナガカメムシを中心に多数のカメムシ類が寄生していた。Jhonson, D.Lら¹¹⁾は子実被害を生じる害虫としてヒメナガカメムシと同属の*Nysius raphanus* Howardを挙げているが, 今回の調査では植物体および子実の品質への影響は判然としなかった。先述の2害虫も含め, 各種の害虫がキノアに及ぼす影響を評価すべきであろう。

施肥試験では基肥窒素量が1.6kg/aまでは, 施肥量の増加に伴って多収になる傾向であった。しかし, 単年度の成績のため, 年次変動を確認し, 経済性を考えた上で最適な基肥窒素量を決定しなければならない。分施については千粒重やタンパク質含量等が試験圃場ごとに同等となった。子実収量については平坦地は同等であったのに対し, 高冷地で開花期追肥区が全量基肥区より7kg/a多くなった。この要因は明らかにならなかったため, 標高差, 土壌条件等を考慮して産地ごとにおける分施の効果や必要性についてさらなる検討が必要と思われる。

現地実証試験では, 各標高とも成熟までに至ったことから本県全土で栽培可能であることが明らかになった。しかし, いくつかの試験区で, 収量が著しく低くなった。これには発芽不良による過度の疎植化や降雨等の気象が要因として考えられるため, 今後は年次変動を確認

しながら安定栽培技術を確立する必要がある。

振動型比重選別機の適用性試験では、千粒重の大きなキノア種子を選別することが可能であった。選別された子実の発芽試験から、本機の利用は生産物としてだけでなく、種子としても有効な選別技術であることが明らかになった。

参考文献

- 1) National Reserch Council : “Lost Crop of the Inca” , National Academy Press, Washington, P.149-161 (1989)
- 2) 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,Vol.54, No.4,P.221-227 (2001)
- 3) Fleming, J. E. and Galway, N.W.: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), In “Cereals and pseudocereals”, Williams, J.T.ed., Chapman & Hall, London, P.3-83 (1995)
- 4) 大里達朗・藤原敏・鶴田正明・遠藤往彦：汎用コンバイン、振動型比重選別機を用いたアマランサスの収穫 調整法,東北農業研究成果情報, P.103-104 (1997)
- 5) 氏家和広・磯部勝孝・石井龍一:キノア (*Chenopodium quinoa* Willd.) の多収栽培法に関する研究 第1報 子実収量の品種間差,日作紀, Vol.71 (別1), P.210-211 (2002)
- 6) 氏家和広・後藤烈・石井龍一:キノア (*Chenopodium quinoa* Willd.) の多収栽培法に関する研究 第2報 収量構成要素からみた多収性品種の特徴,日作紀, Vol.72 (別2), P.132-133 (2003)
- 7) E.A. Oelke, D.H. Putnam, T.M. Teynor, E.S. Oplinger : Alternative Field Crops Manual, (1992)
- 8) 石井利幸・上野直也：国内におけるキノア栽培技術に関する研究 第1報 キノアの出芽に与える播種深度と土壤水分の影響,日作関東支報, Vol.20, P.60-61 (2005)
- 9) 磯部勝孝・染谷聡美・江花慶美・山口美緒・氏家和広・石井龍一：高地下水水位がアマランサス、キノアの生育に及ぼす影響,日作紀, Vol.74 (3), P.298-303 (2005)
- 10) 氏家和広・後藤烈・文庫直・安田恵美子・磯部勝孝・石井龍一：キノア (*Chenopodium quinoa* Willd.) の多収栽培法に関する研究 第報 栽植密度が収量に及ぼす影響,日作記, Vol.74 (別1), P.252-263 (2005)
- 11) Duane L.Johnson and Sarah M.Ward : New Crops, Wiley,P.219-221 (1993)

牛乳中の機能性を高める飼料給与方法の確立

酪農試験場

横山 紅子・保倉 勝己

Assessment of Feeding Systems for the Functional Activities of the Cow Milk

DAIRY EXPERIMENT STATION

Beniko YOKOYAMA, Katsumi HOKURA

要 約

牛乳中の機能性成分向上を目的に、放牧や粗飼料多給による飼養給与方法の検討や地域未利用資源等の飼料への活用について検討するため、放牧草やぶどう搾り粕およびそれらの給与による牛乳等の機能性成分について分析を行った。

放牧飼養を取り入れた牛乳では機能性成分であるビタミンA (β -カロテン) が測定されたが慣行飼養の牛乳では検出されなかった。牧草中の β -カロテンや α -トコフェロールは春から夏にかけて増加が見られた。

1. 緒 言

近年、経済の発展と食文化の変化により、食の安全性や健康志向が叫ばれており、食品中の生体調整機能（病気の予防に働く等の機能）に対する関心が高まりつつある。このような消費者サイドの認識の変化に伴い、生産者サイドにおいても、畜産物の機能性について理解を深め、安全性、美味しさの追求に加え、機能性を有する高品質な畜産物を提供していくことが重要な課題となっている。

そこで、こうした機能性成分を多量に含む農産物の検索や機能性成分増加技術の検討あるいはそれらを用いた新たな機能性食品の開発への取り組みが畜産分野でも積極的に進められている。

本酪農試験場では乳牛の放牧飼養技術について研究を重ねてきているが、近年、放牧草摂取によって牛乳中の「機能性脂肪酸であるCLA（共役リノール酸）が多くなる」「ビタミンEと β -カロテンが多い」等の付加価値がクローズアップされ、放牧技術の推進に追い風となっていることから、牛乳中機能性向上を目指した放牧技術の確立を目指すとともに、併せて粗飼料多給や地域飼料資源（例：ワイン搾り粕他）の給与などによる牛乳の機能性向上についても検討する。

2. 実験方法

・供試材料の成分測定

牛乳および飼料の機能性成分の実態を把握するとともに、飼養方法の違いや乳牛個体間の差の機能性成分の変

動幅を解明するために、各種サンプルを分析に供した。

分析に供したサンプルおよび分析項目は表1および表2に示した。分析はすべて(財)日本食品分析センターに依頼して行った。

表1 分析に供した牛乳試料および分析項目

牛 乳	採取場所	サンプル数	分析項目
放牧飼養牛乳	農家A	4	
〃	農家B	4	ビタミンA (β -カロテン)
〃	場 内	24	ビタミンE (α -トコフェロール)
バルク乳	場 内	6	脂肪酸組成(%)*
ワイン粕給与牛乳	農家C	6	

*場内採取放牧飼養牛乳はビタミン2種のみ

表2 分析に供した飼料および分析項目

飼料	採取場所	サンプル数	分析項目
放牧草	場内放牧地	6	ビタミンA (β -カロテン) ビタミンE (α -トコフェロール)
ワイン搾り粕	県内ワイナリー	4	脂肪酸組成(%)

3. 結果および考察

(1) 牛乳

牛乳中のビタミンA (β -カロテン)、ビタミンE (α -トコフェロール) および脂肪酸組成の分析結果を表3及び表4に示した。放牧飼養農家から採取した牛乳中のビタミンA (β -カロテン) 含量はA農家では夏

期に高くなったが、E農家では特に変動が見られなかった。牛乳中の脂肪酸組成にはサンプルによる違いは特に見られなかった。

試験場内での放牧飼養牛乳と通常飼養牛乳の β -カロテン含量を比較すると(表5)、放牧牛乳では放牧開始に伴い夏以降その値が上昇したが、通常飼養牛では検出されなかった。乳牛はビタミンA(β -カロテン)やビタミンEを飼料に依存しているため、牛乳中のビタミンA(β -カロテン)やビタミンEの濃度は飼料からの摂取量に影響を受ける。放牧牛は生草摂取によって生草中のビタミンA(β -カロテン)が牛乳に移行することにより牛乳中の値が上昇したと考えられる。

(2) 放牧草

放牧草のビタミンA(β -カロテン)、ビタミンE(α -トコフェロール)および脂肪酸組成の月別の分析結果を表6および表7に示した。ビタミンEがどちらのサンプルにおいても8月で高い値となった。また、放牧草中の脂肪酸組成や含量は季節変動が少なく比較的安定しているが、今回供したサンプルではC18:2(リノール酸)が8月にやや高くなった。

(3) ワイン搾り粕

ワイン搾り粕サンプルについて行ったビタミンA(β -カロテン)、ビタミンE(α -トコフェロール)およ

び脂肪酸組成の分析結果を表8および表9に示した。脂肪酸組成において、牧草ではC18:3の割合が高かったが、ワイン搾り粕ではC18:2の割合が高かった。約3週間ワイン搾り粕約5kg代替給与した牛乳で給与前よりビタミンA(レチノール当量)含量の低下が見られたが、これはワイン搾り粕代替給与によって飼料中のビタミンA含量が減少し、牛乳中への移行量が減ったためではないかと思われる。

4. 結 言

試験初年度は、各種飼料や飼養方法の検討を行うための基礎データの集積を行った。次年度以降これらのデータをもとに給与試験を実施し、牛乳中の機能性成分向上に向けた取り組みを進めることとしており、それらの結果を今後報告していく。

参考文献

- 1) 高橋雅信：放牧による牛乳の栄養・機能性成分などの付与，農林水産技術研究ジャーナル，Vol.28, P.8 (2005)
- 2) 糟谷広高：第2章牛乳・乳製品の機能性成分について，社団法人日本草地畜産種子協会，(2005.3)

表3 放牧農家牛乳中のビタミンAおよびビタミンE

分析項目	単位	農 家 A				農 家 B			
		3月	7月	9月	10月	4月	7月	9月	10月
ビタミンA (レチノール当量)	$\mu\text{g}/100\text{g}$	1>	2	2	1>	3	4	3	3
β -カロテン	$\mu\text{g}/100\text{g}$	8	28	26	11	37	42	34	40
ビタミンE (α -トコフェロール)	$\text{mg}/100\text{g}$	—	—	0.1	—	0.1	0.1	0.1	0.1

表4 放牧農家牛乳の脂肪酸組成 (%)

脂肪酸	農 家 A				農 家 B			
	3月	7月	9月	10月	4月	7月	9月	10月
14:0	12.6	12.5	11.7	11.8	11.7	11.0	11.7	12.1
16:0	36.0	31.4	31.4	32.7	29.5	27.0	28.1	30.9
18:0	8.8	10.6	10.6	10.0	11.7	10.9	11.0	10.1
18:1	15.6	19.7	19.7	18.5	20.2	20.8	20.0	19.2
18:2 (n-6)	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3	2.3	1.9
その他	25.2	23.8	24.6	25.0	24.9	28.0	26.9	25.8

表5 牛乳中 β -カロテン含量の月別変化

(単位: $\mu\text{g}/100\text{g}$)

	5月	8月	10月
放牧牛乳-1	7	19	28
放牧牛乳-2	10	12	28
バルク牛乳	検出せず	検出せず	検出せず

表6 牧草サンプル中の β -カロテンおよび α -トコフェロール

区 分		圃 場 A			圃 場 B		
		6月	8月	10月	5月	8月	10月
ビタミンA (β -カロテン)	$\mu\text{g}/100\text{g}$	2.57	4.5	3.86	2.62	8.68	9.33
ビタミンE (α -トコフェロール)	$\text{mg}/100\text{g}$	4.4	10.5	6.1	4.1	15.2	10.1

表7 牧草サンプル脂肪酸組成 (%)

脂肪酸	圃 場 A			圃 場 B		
	6月	8月	10月	5月	8月	10月
16:0	16.7	17.8	15.0	18.4	17.1	4.8
16:1	1.8	1.4	1.9	1.7	1.2	1.6
18:0	1.4	1.6	1.4	1.7	1.4	1.2
18:1	2.1	2.9	3.3	2.6	2.8	2.4
18:2 (n-6)	16.7	20.0	16.6	15.3	20.4	15.4
18:3 (n-3)	48.5	41.5	49.3	46.6	42.4	50.4
その他	12.8	14.8	12.5	13.7	14.7	14.2

表8 ブドウ搾り粕中の β -カロテン及び α -トコフェロール含量

分 析 項 目		A	B	C	D
β -カロテン	$\text{mg}/100\text{g}$	0.05	0.1	0.36	0.23
総トコフェロール (ビタミンE)	$\text{mg}/100\text{g}$	11.1	6.7	10.2	10.5
α -トコフェロール	$\text{mg}/100\text{g}$	8.1	4.7	5.9	7.1

※A~Cは生原料, Dはサイレージ化したもの

表9 ブドウ搾り粕中の脂肪酸組成 (%)

脂肪酸	A	B	C	D
16:0	18.9	17.9	12.4	13.7
18:0	4.1	5.4	3.7	4.0
18:1	20.5	19.9	22.2	23.0
18:2 (n-6)	43.3	49.2	53.1	50.7
18:3 (n-3)	3.8	2.4	3.3	2.5
その他	9.4	5.2	5.3	6.1

未利用農林産物系バイオマスの 利用技術の開発

スイートコーン残さ及びソルガムの バイオエタノールへの利用適性

総合農業試験場

長坂 克彦・市川 和規・加藤 知美・小林 真理

Tests for Use Suitability of Sweet Corn Residual Shoot and Sorghum to Bio Ethanol

Agricultural Research Center

Katsuhiko NAGASAKA, Kazunori ICHIKAWA,

Tomomi KATOU and Mari KOBAYASI

要 約

本県におけるスイートコーン残さ及びソルガムのバイオエタノールへの利用適性を明らかにするため、スイートコーン残さの生体重や茎中糖度の推移を調査し、本県に適したソルガムの品種、播種時期、搾汁方法について検討し、以下の結果を得た。

1. 各品種とも茎中糖度は11%前後で、一重トンネルの品種別では、「甘々娘」が最も糖度・生体重が高く、また現地圃場が場内圃場より高い傾向にあった。茎中糖度は雌穂収穫後に上昇が認められ、一日の中では14時が最も高かった。
2. 本県に最も適したソルガムの品種は、糖収量が高く、耐倒伏性の高い高糖度ソルゴー、ビクシュガーソルゴー、スーパーシュガーソルゴーであり、播種適期は、害虫発生や倒伏が少なく、8月の収穫ばかりでなく再生（刈り取り後に新芽が伸びる現象）後の収穫も可能で、糖の多収が最も期待できる4月播種であった。

1. 緒 言

地球規模の環境問題に対し世界的な関心が集まっており、京都議定書が平成17年2月16日に発効し、我が国でも温室効果ガスの8%削減（現在14%オーバー）が義務づけられた。本県でも、平成16年4月に「山梨県環境基本条例」が施行され、平成17年2月に「環境日本一やまなしの確立」に向け「山梨県環境基本計画」を策定した。この中で、県内で発生する温室効果ガス742.4万トン（平成12年）を618.9万トン（平成22年）に削減することを目標としている。

本県のスイートコーンは作付け面積940haと主要野菜であり、その残さ量は18,800~28,200tと推定され、現状ではその大半が圃場に鋤込まれている。残さが水田に鋤込まれた場合には、温室効果ガスの一つであるメタンの多量発生や、後作の水稻には窒素過多、異常還元による障害が発生している¹⁾。スイートコーンは未成熟で収穫されるため、残さは還元糖などの易分解性糖類に富み、エタノール発酵の原料として有用であると考えられる。

また本県は、年間の日射量が多く、夏季の平均気温も高い気象条件を有しており、高糖度バイオマス植物生産には適している。バイオマス植物の中でもソルガムは生育旺盛で、茎部に高度に糖を集積することからエ

タノール発酵の原料として注目されている^{2) 3) 4)}。またイネ科で根系が広く、肥料成分の吸収能に優れていることから、塩類集積改善、有機物供給など土壤改良作物としてや輪作体系に入れることで連作障害の軽減が期待できる。さらに耕作放棄地は県全体で2,959haとなっており、全耕地面積の12.2%を占め、全国ワースト2であり、年々増加しており、早急な対策が必要である。そこでスイートコーン残さ及びソルガムの本県でのバイオマスエネルギーとしての利用適性を明らかにするとともに、ソルガムの土壤改良効果について調査する。

ここではスイートコーン残さのバイオマス量（潜在的エタノール生産量）を把握するとともに、バイオマスエネルギー原料としての採取適期を調査した。またソルガムの本県に適した品種、播種時期、搾汁方法について調査した。

2. 実験方法

2-1 スイートコーン残さ（茎）のバイオエタノールへの利用適性

2-1-1 生体重と糖度調査

調査は甲斐市下今井・総合農業試験場内圃場、北杜市明野総合農業試験場高冷地分場内圃場及び甲府市（旧

中道町, 以下同じ) 現地圃場で行った. 作型は甲斐市がハウス栽培 (播種 2/15 調査 6/1) 及び一重トンネル栽培 (播種 3/2 調査 6/15), 北杜市が露地 (播種 5/3 調査 9/2), 甲府市が一重トンネル栽培 (播種 3/2 調査 6/15) であった. 調査は雌穂収穫時に行った. 施肥量は場内圃場では化成 8 号を用い N, P_2O_5, K_2O が各 25kg/10a, 22kg/10a, 22kg/10a, 苦土石灰を 100kg/10a, 微量要素資材 (FTE) を 4 kg/10a 施用した. 栽植様式は畝間 150cm, 株間 27cm, ベット幅 90cm の 2 条植えて栽植密度は 4,940 株/10a であった. 現地圃場では CDU 化成, ダブリン, 石灰窒素を用い N, P_2O_5, K_2O が各 34kg/10a, 52kg/10a, 24kg/10a, 苦土石灰を 100kg/10a, 微量要素資材 (FTE) を 4 kg/10a 施用した. 栽植様式は畝間 170cm, 株間 27cm, ベット幅 90cm の 2 条植えて栽植密度は 4,357 株/10a であった.

生体重及び茎中糖度の調査は, 各圃場より 5 株を無作為に採取し, 主枝及び分けつの茎, 葉の生体重を測定後, 各節間の中位 2~3 cm を切り取り, ニンク絞器で搾汁し, その搾汁糖度をデジタル糖度計 (ATAGO 社製 PR-101 α) で測定した.

2-1-2 茎中糖度の日内推移

試験は甲斐市下今井総合農業試験場内圃場で, 供試品種には「甘々娘」を用い, ハウス栽培 (播種 2/15) で行った. 調査は 2~3 時間ごとに圃場より無作為に 3 株を採取し, 前項と同様の方法で糖度を測定した. 調査期間は 5/19 4:00~5/20 4:00 の 25 時間であった.

2-1-3 雌穂収穫後の茎中糖度の推移

供試品種はハウス栽培では「ゴールドラッシュ」, トンネル栽培では「味来 390」を用いた. 調査は雌穂収穫後, 1~3 日ごとに圃場より 3 株を採取し, 前項と同様の方法で糖度を測定した. 調査期間はハウス栽培が 5/19~30, 一重トンネル栽培が 6/13~6/25 であった. トンネル栽培では比較のため, 雌穂未収穫株の調査も行った.

2-2 山梨の特性を活かした高糖度バイオマス植物 (ソルガム) の栽培技術の確立

2-2-1 品種及び播種時期の検討

試験は甲斐市下今井総合農業試験場内圃場で行った. 供試品種は飼料用ソルガムで茎内の糖度が高く, 生体重の多い品種, 「高消化ソルゴー (早生)」, 「高糖分ソルゴー (中生)」, 「スーパーシュガーソルゴー (中晩生)」, 「トウミツ 1 型ソルゴー (晩生)」, 「ビックシュガーソルゴー (晩生)」, 「トウミツ A 型ソルゴー (極晩生)」を選択した.

播種時期の検討は全ての品種に, 4 月播種区 (播種 4/14 調査 8/17, 再生株調査 11/21), 5 月播種区 (播種 5/12 調査 10/4) 6 月播種区 (播種 6/17 調査 10/27)

の 3 区を設けた. 栽植様式は株間が 10cm, 条間が 55cm で栽植密度は 18,181 株/10a であった.

施肥は N, P_2O_5, K_2O 各成分 10kg/10a を化成 8 号を用い, 苦土石灰 150kg/10a を, 堆肥 2t/10a を施用した. 生体重及び糖度の調査は, 試験区の第 2, 3 畦の中位 2m を条刈し, 畦毎に部位別 (葉, 茎, 穂) の生体重を測定した. 搾汁糖度は, 平均的な 3 株の偶数節間の前項と同様の方法で糖度を測定した.

2-2-2 糖回収方法の検討

サトウキビ等の製糖に利用されているロールプレス型搾汁機による搾汁方法について, 品種や茎径による違いや搾汁回数が糖回収率に及ぼす影響について検討した.

品種別の糖回収率は, 前項の 5 月, 6 月播種区について調査した. 調査方法は供試サンプル 10~20 本の葉や穂を取り除き, ロールプレス型搾汁機 (卓上小型搾汁機 TM-120 株式会社マツオ社製) を用い 1 本ずつ搾汁した. 搾汁量とその糖含量を調査し, 搾汁率及び糖回収率を算出した.

茎径別の糖回収率は, 今後, 栽培管理技術を検討するための基礎資料を得るために行った. 6 月播種区の「スーパーシュガーソルゴー」, 「ビックシュガーソルゴー」を供試し, それぞれ茎径で 4 段階に分け, ロールプレス型搾汁機を用い 1 本ずつ搾汁し, 搾汁量とその糖含量を調査し, 搾汁率及び糖回収率を算出した.

搾汁回数別の糖収量は, 「スーパーシュガーソルゴー」, 「ビックシュガーソルゴー (6 月播種)」を前項と同様に調整し, ロールプレス型搾汁機を用い 1 本ずつ搾汁した. その後搾汁残さをさらに 2, 3 回繰り返して搾汁し, 搾汁回数別に搾汁量とその糖含量を調査し, 搾汁率及び糖回収率を算出した.

3. 結果

3-1 スイートコーン残さ (茎) のバイオエタノールへの利用適性

3-1-1 生体重と糖度調査

一重トンネル (本場) の品種別では, 「甘々娘」が他の品種と比較し生体重が多く, また茎中糖度も高かった. 「味来 130」は場内と比較して, 甲府市の現地圃場では生体重で 4 割茎部で 5 割以上高かった. 茎中糖度は各品種とも上位節が高い傾向にあった (表 1).

3-1-2 茎中糖度の日内推移

中位節第 5 節の茎中 Brix 糖度を見ると, 日の出前の 4:00 に 13.1%, であったが, 日の出とともに上昇し, 最大濃度となった 14:00 では 16.3% と 3.2% 上昇した. その後時間の経過とともに漸減した. その傾向は第 2 節, 第 8 節でも求められたが, 上位節で顕著であった

表1 スイートコーン生体重と茎中糖度

作型	品種	場所	調査日	節間								主枝		側枝	
				2	3	4	5	6	7	8	葉	茎	葉	茎	
ハウス	ゴールドラッシュ	本場	5/19	7.1	-	-	10.2	-	-	10.4	89	366	0	0	
	シュガコムMAX	本場	5/20	5.4	6.1	7.7	9.6	10.5	11.3	11.1	182	386	56	96	
一重トンネル	きみか	本場	6/12	9.1	9.7	10.6	11.7	12.3	12.2	12.1	78	395	54	68	
	きみひめ (早出)	本場	6/13	7.2	7.9	8.6	9.2	9.6	9.8	10.4	63	342	70	155	
	ゴールドラッシュ	本場	6/12	8.6	9.7	10.6	11.6	11.9	11.8	12.5	77	368	47	89	
	シュガコムMAX	本場	6/12	9.0	9.0	9.3	10.5	11.7	11.0	11.1	78	340	83	153	
	甘々娘	本場	6/13	10.3	10.9	11.4	12.2	12.9	12.8	13.2	74	418	68	130	
	味来130	本場	6/12	10.4	11.0	11.3	12.0	12.7	12.7	12.6	71	395	63	98	
	味来390	本場	6/13	9.1	9.7	9.9	10.8	11.1	11.1	10.8	71	352	76	124	
	味来130 (中道)	中道	6/11	7.9	9.6	11.2	11.5	12.0	11.8	11.7	142	508	115	181	
露地	キャンベラ	分場	9/1	5.3	6.1	7.4	8.4	9.3	10.1	10.6	85	411	69	117	

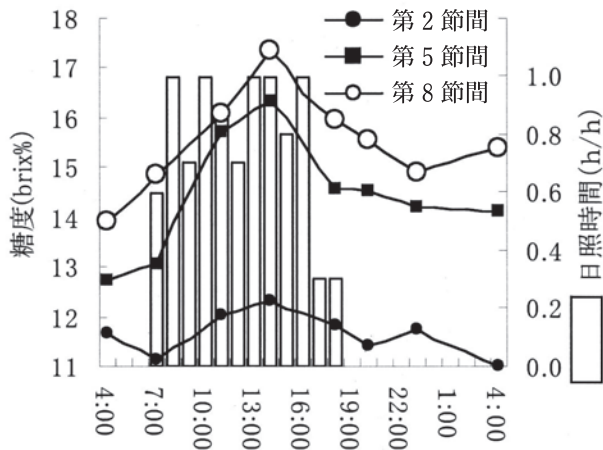


図1 ハウス栽培における節間別茎中糖度の日内推移
品種：甘々娘 調査日：5/19~20

(図1).

3-1-3 雌穂収穫後の茎中糖度の推移

雌穂収穫後の茎中糖度は、ハウス栽培では、収穫直後8.2%であったのが、その後徐々に上昇し、収穫11日後には15.2%に達した(図2)。一重トンネル栽培では、収穫後低下が見られたが、その後上昇し収穫12日後には14.6%まで上昇した。一方、未収穫株は収穫株より低く推移した(図3)。甲府市現地圃場でも同様に、収穫直後は10.4%であったが、7日後には12.3%まで上昇したのに対し、未収穫株では10.4%と収穫時と差が認められなかった(図表略)。

3-2 山梨の特性を活かした高糖度バイオマス植物(ソルガム)の栽培技術の確立

3-2-1 品種及び播種時期の検討

「高糖分ソルゴ」は、糖収量が多く倒伏にも強いが、

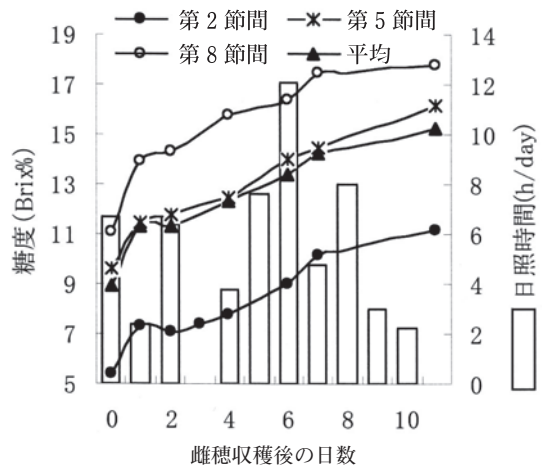


図2 ハウス栽培における雌穂収穫後の節間別茎中糖度の推移
品種：甘々娘 調査日：5/19~20

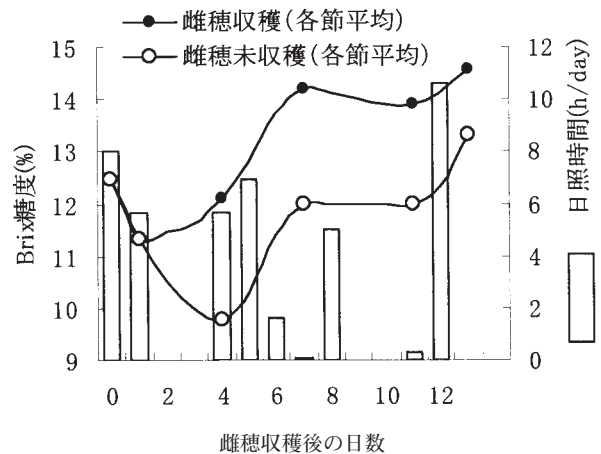


図3 一重トンネル栽培における雌穂収穫株及び未収穫株の茎中糖度の推移
品種：味来390

アブラムシの被害を受けやすかった。「高消化ソルゴー」は桿汁糖度は高いが、早生品種のために、糖収量が少なく、倒伏にも弱かった。「ビックシュガーソルゴー」は4月播き以外では収量は多く、また糖収量は最も多かった。「トウミツA型ソルゴー」は4月播き以外では、収量・乾物収量が多いが、桿汁糖度がやや低いために糖収量は少なかった。「トウミツ1型ソルゴー」は各作型ともに、糖収量が少なく、アブラムシ被害も受けやすかった。「スーパーシュガーソルゴー」は各作型とも糖収量は多く、アブラムシ被害は中程度であった。

各供試品種について播種時期の検討を行ったところ以下の結果を得た。4月播種区では早生・中生品種は、晩生、極晩生品種より乾物収量、糖収量が多い傾向にあった。全ての品種で、8月の刈り取り後に再生(刈り取り後に新芽が伸びる現象)が認められた。また害虫の発生は軽微であった。5月播種では、糖収量は全体的に多かったが、アブラムシ被害度の高い品種や早生品種で糖収量は低い傾向にあった。また他播種時期と比較してどの品種も、アブラムシ、アワノメイガ等の被害が多かつ

た(表3)。

6月播種では、糖収量は5月播種よりやや低いが、害虫の発生は軽微であった(表4)。

3-2-2 糖回収方法の検討

品種別の糖回収率は、汁性品種である「高糖分ソルゴー」、「トウミツ1型ソルゴー」、「スーパーシュガーソルゴー」が糖回収率20~30%と高かったが、乾性品種である「ビックシュガーソルゴー」、「トウミツA型ソルゴー」では低い傾向にあった。搾汁糖収量は「スーパーシュガーソルゴー」、「高糖分ソルゴー」が多いことから、糖回収のためにロールプレス型搾汁機を用いる場合はこれらの品種が適していると考えられた(表5)。

茎径が大きいほど糖度は高くなる傾向にあったが、搾汁率では茎径が中程度のもので高く、その結果として中程度のもので糖収量が多かった(表6)。

搾汁回数別の糖収量は、汁系品種の「スーパーシュガー」で、2回搾汁することにより、50%程度の糖回収率であった。乾性品種の「ビックシュガー」では、

表2 4月播種区の生育及び収量

品 種	生体重 t/10a		乾物収量 t/10a		倒伏		糖収量 kg/10a		桿汁糖度 %		草丈 cm	
高糖分	7.6	3.9	2.2	0.9	0.5	0.0	769	361	15.7	13.3	286	221
高消化	6.9	5.1	2.1	1.3	1.5	0.8	698	520	15.0	15.5	293	212
ビックシュガー	5.4	4.4	1.7	1.1	0.5	0.5	408	321	11.5	10.4	317	299
トウミツA型	6.0	6.7	1.8	1.6	0.5	0.0	466	458	11.9	9.9	293	320
トウミツ1型	5.7	5.2	1.6	1.3	1.5	2.3	345	424	9.6	11.5	235	267
スーパーシュガー	8.1	6.1	2.4	1.5	3.0	0.3	844	580	15.2	13.8	286	217

倒伏程度：0(無)~5(甚)

桿汁糖度=0.75×(Brix値)+Brix値/(100-Brix値)

糖収量=(桿の生収量-桿の乾物収量)×Brix値/(100-Brix値)

項目内の右の数値は再生株の値を示す。

表3 5月播種区の生育及び収量

品 種	生体重 t/10a	乾物収量 t/10a	倒伏	糖収量 kg/10a	桿汁糖度 %	草丈 cm	アブラムシ被害度
高糖分	7.2	2.1	1.3	547	10.6	308	96.3
高消化	4.9	1.6	3.5	465	14.3	289	45.0
ビックシュガー	8.2	2.9	1.3	830	14.5	393	46.3
トウミツA型	8.8	3.2	1.5	722	12.5	426	26.3
トウミツ1型	5.9	1.6	2.5	310	7.8	338	91.3
スーパーシュガー	7.3	2.1	3.5	813	15.0	332	56.3

アブラムシ被害度=(Σ(被害指数0(無)~2(甚))×株数)/3×調査株×100 1区20株調査

倒伏程度：0(無)~5(甚)

桿汁糖度=0.75×(Brix値)+1.35

糖収量=(桿の生収量-桿の乾物収量)×Brix値/(100-Brix値)

表4 6月播種区の生育及び収量

品 種	生体重 t/10a	乾物収量 t/10a	倒伏	糖収量 kg/10a	桿汁糖度 %	草丈 cm
高糖分	6.6	1.9	0.3	636	14.2	286
高消化	4.9	1.5	3.5	395	12.9	230
ビックシュガー	8.7	2.7	0.5	742	12.8	395
トウミツA型	7.2	2.0	0.3	477	9.7	387
トウミツ1型	7.0	2.1	0.5	464	10.3	349
スーパーシュガー	7.2	2.0	1.8	625	12.6	315

倒伏程度：0(無)～5(甚)

桿汁糖度=0.75×(Brix値)+1.35

糖収量=(桿の生収量-桿の乾物収量)×Brix値/(100-Brix値)

表5 ロールプレス搾汁機による品種別の糖回収率

品 種	5月播種					6月播種				
	搾汁 糖度 %	搾汁率 %	糖回 収量 kg/10a	全 糖収量 kg/10a	糖回 収率 %	搾汁 糖度 Brix%	搾汁率 %	糖 回収量 kg/10a	全 糖収量 kg/10a	糖回 収率 %
高糖分	9.9	15.1	109	547	20.1	14.2	15.6	178	636	28.0
高消化	12.5	11.4	84	465	18.2	12.1	7.5	51	395	12.8
ビックシュガー	15.1	5.5	51	830	6.1	11.2	13.3	140	742	18.9
トウミツA型	15.0	6.6	64	722	8.8	9.5	12.9	93	477	19.6
トウミツ1型	8.9	10.4	67	310	21.5	11.3	14.6	129	464	27.8
スーパーシュガー	14.6	21.2	232	813	28.5	11.6	17.8	171	625	27.3

糖度=0.75×(Brix値)+1.35

搾汁糖収量=桿の生収量×搾汁率×Brix値/(100-Brix値)

全糖収量=(桿の生収量-桿の乾物収量)×Brix値/(100-Brix値)

糖回収率=搾汁糖収量/全糖収量×100

表6 ロールプレス搾汁機による茎径別の糖回収率

品 種	茎径 cm	比率 %	搾汁糖度 %	搾汁率 %	糖収量 g/kg
ビック シュガー	12～15	16.8	10.5	13.7	16.7
	15～18	25.6	10.9	15.9	20.2
	18～20	27.7	11.6	14.7	19.9
	20～22	29.9	11.7	12.9	17.8
スーパー シュガー	13～15	16.2	13.8	25.0	41.5
	15～17	23.1	14.9	26.7	48.1
	17～19	33.1	14.5	25.4	44.5
	19～22	27.6	14.6	24.8	44.0

糖度=0.75×(Brix値)+1.35

茎径は直径

比率=各茎径の重量/全重×100

表7 搾汁回数別の糖収量

品種	搾汁回数	搾汁糖度 %	搾汁率 %	糖収量 g/kg	糖回収率 %
ビックシュガー	1回目	12.2	10.9	15.7	15.3
	2回目	12.8	3.0	4.5	4.4
	3回目	13.6	1.2	2.0	1.9
スーパーシュガー	1回目	14.7	20.8	37.0	35.6
	2回目	14.1	8.9	15.2	14.7
	3回目	15.8	3.8	7.4	7.1

$$\text{糖度} = 0.75 \times (\text{Brix値}) + 1.35$$

3回搾汁を行っても20%程度の糖回収率しか得られなかった(表7)。

4. 考 察

4-1 スイートコーン残さのバイオエタノールへの利用適性

スイートコーンのバイオマス量(潜在的エタノール生産量)を把握するために、試験場内圃場において品種別・作期別に、また甲府市の現地において生体重、茎中糖度の調査を行った。品種別では「甘々娘」が、生体重(バイオマス量)及び茎中糖度が高かった。また甲府市の現地圃場の残さ量は、場内圃場の同一品種(味来130)と比較し、生体重で1.5倍、茎重で1.4倍と多かった。これは場内では収量を落とさず最小の施肥量(N, P₂O₅, K₂Oが各25kg/10a, 22kg/10a, 22kg/10a)で栽培を行っているが、甲府市の現地では施肥量がN, P₂O₅, K₂Oで各34kg/10a, 52kg/10a, 24kg/10aと多いことや堆肥などの有機物施用により地力が高かったことが原因と考えられた。他の現地圃場でも甲府市と同様なことが考えられた。したがって県内のスイートコーン残さのバイオマス量(潜在的エタノール生産量)を把握するためには、現地調査を拡大する必要があると考えられた。

次にスイートコーンのバイオマスエネルギー原料としての採取適期を明らかにするために、雌穂収穫後の茎中糖度の推移及びその日内変化について検討した。雌穂収穫後に茎中糖度の上昇が認められ、ハウス栽培では雌穂収穫時に8.2%が11日後15.2%に、トンネル栽培では同様に12.6%が12日後に14.6%に上昇した。また甲府市の現地圃場でも茎中糖度の上昇が認められた。一方、雌穂未収穫株では、糖度の大きな変化は認められなかった。これは光合成生産物(糖)のシンク部である雌穂が収穫されたため、光合成生産物が茎中に蓄積したと考えられ、バイオマスエネルギー原料としてのスイートコーン残さの採取は、雌穂収穫後ある程度の期間をおいた方が良く考えられた。その期間については次年度に、搾汁率、糖収量を正確に調査し検討を行う。また茎中糖度

の日内変化は、日の出とともに上昇し14:00に最大となり、その後時間の経過とともに減少することが分かった。このことからバイオマスエネルギー原料としてのスイートコーン残さの採取時刻は糖濃度の高い14:00前後が適期と考えられた。しかし採取後糖度が減少するのであれば、糖度の高い14:00に採取する意義がなくなる。次年度は採取後の茎中糖度の変化を把握し、採取時間について検討を行う予定である。

4-2 ソルガムのバイオエタノールへの利用適性

ソルガムの本県の気象条件に適した品種は、糖収量、倒伏などを考慮すると乾系品種では「ビックシュガーソルゴー」、汁系品種では「スーパーシソルゴー」、「高糖分ソルゴー」が適していると考えられた。また播種時期について4, 5, 6月播種について検討した。その結果5月播種区ではアブラムシやアワノメイガ等の発生が多く、5, 6月播種区では生育後期に台風などによる倒伏被害をうけた。それに対して、4月播種区は害虫の発生や倒伏が少なく、さらに8月収穫後に再生が認められ、再生株は収穫できた。このことより本県で最も適した播種時期は4月であると考えられた。

次に、搾汁方法について最も一般的なロールプレス型搾汁機について検討した。その結果、汁系品種では、ロールプレス搾汁により、茎中に含まれる糖を50%程度回収できたが、乾系品種では、糖回収率が低いことより、アルコール発酵させるにはブラジル等の先進国で行われている粉碎後に酵母液を加える方法が適していると考えられた。

参考文献

- 1) 長坂克彦・花形敏男・松野篤・木下耕一: 日本土壤肥料学会誌, Vol.74, No.6, P.817-821 (2003)
- 2) 安井健: バイオマス変換計画報告書, No.14, P.27-35 (1988)
- 3) 井上康昭・濃沼圭一・望月昇: バイオマス変換計画報告書, No.1, P.1-14 (1988)

- 4) 星川清親：農業及び園芸, Vol.56, No.4, P.7-13
(1981)

スイートコーン残さからのバイオエタノール生産

工業技術センター

恩田 匠・長沼 孝多・小松 正和

Bioethanol Production from Sweet Corn Residues in Yamanashi Prefecture

Industrial Technology Center

Takumi ONDA, Kohta NAGANUMA and Masakazu KOMATSU

要 約

本県産スイートコーンの残さからのバイオエタノール生産の可能性評価を目的として研究を実施した。スイートコーン残さ搾汁液の一般栄養成分分析の結果、アミノ酸を多く含み、糖類を高濃度で含有することが明らかになった。また、発酵性酵母を用いたスイートコーン残さ搾汁液からのエタノール生成試験を実施した結果、*Saccharomyces cerevisiae*によりエタノール生産が可能であることが確認された。

Abstract

The possibility of bioethanol production from extract of sweetcorn residues, produced in Yamanashi prefecture, was investigated. It was clarified that the extract of sweetcorn residues contained large amount of sugars and amino acids. As a result of ethanol production from the extract of sweetcorn residues by using yeast strains, it was found that the strains of *Saccharomyces cerevisiae* produced ethanol from sugars.

1. 緒 言

現在、地球規模で環境問題ならびにエネルギー問題の解決が求められており、平成17年2月に「京都議定書」が発行され、各国の温室効果ガスの削減目標が定められた。本県でも、平成16年4月に「山梨県環境基本条例」が施行され、県内で発生する温室効果ガスの、平成22年までに618.9万トン、10年で16%の削減を目標としている。以上のような背景の中で、バイオマスからのエネルギー生産^{1,2)}が重要な課題となっている。

本県には、スイートコーンの残さや林地残材などの未利用農林産物系のバイオマスが豊富に存在し、その有効利用が求められている。特に、スイートコーンの残さは、圃場へ鋤き込まれることが多く、これが温室効果ガスであるメタンの大量発生の原因となっていることが分かっている。

以上のような背景から、本県に存在する未利用農林産物系バイオマスからのエネルギー生産や直接燃焼によるエネルギー生産の可能性について、山梨県総合農業試験場と山梨県森林総合研究所との共同研究として、基礎的な検討を開始した。

工業技術センターでは、総合農業試験場で調製した、

スイートコーン残さからのエネルギー生産の可能性評価を目的とした。糖質バイオマス原料からのエネルギーとしては、エタノール（いわゆるバイオエタノール）¹⁻⁶⁾の生成が最も注目されていることから、まずエタノール生成の可能性について検討を実施した。

このスイートコーン残さについては、これまでに成分分析やバイオマスとしての利用について検討された例はなかったことから、本年度はまず、スイートコーン残さの搾汁液（以下、スイートコーン残さ搾汁液）の一般成分の評価と、発酵性酵母を用いたスイートコーン残さ搾汁液からのエタノール生成試験を実施した。

2. 実験方法

2-1 供試スイートコーン残さ搾汁液

山梨県総合農業試験場において試験栽培された、スイートコーン5品種：‘きみか’、‘きみひめ’、‘甘々娘’、‘みらい390’および‘キャンベラ90’の残さから搾汁液を調製して供試した。

‘きみか’、‘きみひめ’、‘甘々娘’および‘みらい390’の4品種では、実験室レベルの小規模の実験として、市販の家庭用ニンニク搾り器を用いて、それぞれ茎

と節に分けて搾汁した。また、‘キャンベラ90’については、山梨県総合農業試験場内の専用搾汁機を用いて調製した搾汁液を用いた。これらの搾汁液は、保存性が悪いことから、実験に供するまで冷凍して保存した。

2-2 成分分析

ニンニク搾り器で調製した4品種のスイートコーン残さ搾汁液（‘きみか’、‘きみひめ’、‘甘々娘’、‘みらい390’）ならびに総合農業試験場の専用機で調製した‘キャンベラ90’のスイートコーン残さ搾汁液について、糖類の組成、灰分、無機塩類（カリウム、マグネシウム、カルシウム、ナトリウム、鉄、マンガン、亜鉛、銅）を調べた。糖組成は、スイートコーン残さ搾汁液をメンブランフィルタ（0.45 μ m）で濾過して、高速液体クロマトグラフィー（HITACHI社製）を用いて調べた。灰分は、食品の一般成分分析法である直接灰化法によった。また、無機塩類は、灰化物を用いて原子吸光法分析装置（SAS760, SEIKO社製）を用いて調べた。

‘キャンベラ90’のスイートコーン残さ搾汁液については、さらに水分、タンパク質および脂質を、食品の一般成分分析法である、それぞれ常圧加熱乾燥法、セミ・マイクロケルダール法およびソックスレー抽出法により分析した。さらに、アミノ酸組成を、高速アミノ酸分析機（L-8000, HITACHI社製）を用いて調べた。

2-3 供試酵母菌株と培養法

発酵性の酵母として、バイオエタノール生産に最もよく用いられている*Saccharomyces cerevisiae*と、糖蜜原料などの発酵に用いられる耐塩性の*Schizosaccharomyces pombe*ならびに耐塩性・耐糖性の*Zygosaccharomyces rouxii*を選択した。国内の菌株保存機関から、3菌株6菌株：*Saccharomyces cerevisiae* 3菌株（JCM7255, JCM1817, JCM5710）、*Schizosaccharomyces pombe* 2菌株（JCM8262, JCM8274）および*Zygosaccharomyces rouxii* 1菌株（JCM2326）を入手して供試した。

これらの酵母菌株は、グリセロールストックを調製して、超低温フリーザ（-80 $^{\circ}$ C）で凍結保存した。短期間の保存には、斜面培地を作製して用いた。また、培養には、YM培地（Difco社製）を用い、25 $^{\circ}$ Cで静置培養を行った。なお、エタノール生成試験などの前には、数回継代培養を繰り返し、菌体の活性を高めてから実験に供した。

2-4 発酵試験

スイートコーン残さ搾汁液（‘キャンベラ90’）は、エタノール生成試験の前に、低温殺菌処理（55 $^{\circ}$ C, 15分間）した。この搾汁液に、供試酵母の前培養液を1/100量接種して、25 $^{\circ}$ Cで静置培養した。この培養過程における、エタノールおよび糖類の含有量の推移を、高速液体クロマトグラフィー（HITACHI社製）を用いて

表1 スイートコーン残さ搾汁液の糖類と無機塩類濃度

試料 品種	測定部位 (節) ^{a)}	ブリックス (%)	糖類			灰分 (g/100g)	無機塩類 ^{b)}			
			スクロース (g/100g)	グルコース (g/100g)	フルクトース (g/100g)		K	Mg (mg/100g)	Ca	Na
きみか	4-6	11.5	7.9	1.5	1.1	1.1	383	7	6	3
	4	10.8	7.6	2.0	1.2	—	—	—	—	—
	5	11.4	7.5	1.1	1.1	—	—	—	—	—
	6	12.2	8.5	1.5	1.0	—	—	—	—	—
きみひめ	4-6	9.5	5.9	1.7	1.1	0.9	381	5	4	2
	4	6.4	2.4	1.6	1.2	—	—	—	—	—
	5	11.0	5.4	2.0	1.2	—	—	—	—	—
	6	11.2	9.8	1.5	1.0	—	—	—	—	—
甘々娘	4-6	13.1	8.3	1.8	1.1	0.9	358	10	7	1
	4	12.2	6.7	1.7	1.1	—	—	—	—	—
	5	13.2	8.7	2.0	1.2	—	—	—	—	—
	6	13.8	9.6	1.8	1.1	—	—	—	—	—
みらい390	4-6	12.4	6.4	2.3	1.6	0.8	311	12	10	1
	4	11.8	5.7	2.2	1.5	—	—	—	—	—
	5	12.8	7.0	2.2	1.6	—	—	—	—	—
	6	12.7	6.5	2.4	1.8	—	—	—	—	—
キャンベラ90	全節	12.6	7.8	3.5	1.2	1.1	502	17	21	1

a) 茎の下からの4節目、5節目、6節目。4-6は4節目、5節目、6節目。

b) 無機塩類のFe, Mn, Zn, Cuは検出下限値以下。—：分析していないことを意味する。

経時的に測定した。

3. 結果

3-1 スイートコーン残さ搾汁液の成分分析

5品種のスイートコーン残さ搾汁液の糖組成およびブリックスのデータを表1に示した。また、‘キャンベラ90’のスイートコーン残さ搾汁液については、水分、タンパク質、脂質、灰分およびアミノ酸組成を解析した結果を表2に示した。

5品種のスイートコーン残さ搾汁液のブリックスの平均値は11.8 (%)であった。最も高いブリックスと糖類濃度を示したのは‘甘々娘’でありブリックス13.1 (%), 最も低かった‘きみひめ’がブリックス9.5 (%)であった。構成糖としては、各品種ともスクロースが主体であり、グルコースとフルクトースが含まれることを確認した。茎の節ごとに分析した結果、上方に位置する節の方がブリックス値とスクロース含量が高い傾向にあった。灰分は各品種とも約1.0 (g/100g)程度含有しており、無機塩類の中ではカリウムが最も多く含まれた。

‘キャンベラ90’のスイートコーン残さ搾汁液のアミノ酸分析の結果、総アミノ酸509.0 (mg/100g)であり、一般的な清酒の総アミノ酸含量⁷⁾ (150~500mg/100g)と比較して、高濃度に含まれることが明らかになった。また、中でもグルタミンおよびアスパラギン酸の含有量が多いことは、サトウキビの茎の分析例⁸⁾と一致した。

3-2 スイートコーン残さ搾汁液における酵母によるエタノール生成

スイートコーン残さ搾汁液を培養基として、発酵性酵母3菌種6菌株を用いたエタノール生産について、試験管レベルで検討した。その結果、供試した酵母の中で、*Saccharomyces cerevisiae*の3菌株が、スイートコーン残さ搾汁液中で良好に増殖することが確認された。*Zygosaccharomyces rouxii*および*Schizosaccharomyces pombe*のエタノール生成は低かった。図1に*Saccharomyces cerevisiae* JCM1817株の培養期間中のエタノール、スクロース、グルコースおよびフルクトース濃度の推移を示した。スイートコーン残さ搾汁液中のグルコースとスクロースをほぼ完全に消費して、エタノールが蓄積されることが分かった。他の2株の*Saccharomyces cerevisiae*は、JCM1718株とほぼ同様なアルコール生成を示した。酵母の発酵には、グリセロールなどのエタノール以外の代謝産物も生成されることが考えられるが、今後の検討課題としたい。

表2 スイートコーン残さ‘キャンベラ90’搾汁液の成分

分析項目		
水分	(g/100g)	89.2
タンパク質	(g/100g)	1.3
脂質	(g/100g)	0.0
灰分	(g/100g)	1.1
アミノ酸	(mg/100g)	
ホスホセリン		2.2
アスパラギン酸		35.9
スレオニン		8.0
セリン		17.1
アスパラギン		50.2
グルタミン酸		8.9
グルタミン		268.0
グリシン		5.2
アラニン		13.6
シトルリン		2.5
バリン		9.2
メチオニン		4.0
イソロイシン		5.4
ロイシン		6.2
チロシン		16.6
フェニルアラニン		3.1
β アラニン		2.9
γ アミノ酪酸		17.6
リジン		5.4
ヒスチジン		3.9
アンセリン		11.4
アルギニン		11.7

4. 考察

現在、糖質原料のバイオマスとしては、サトウキビ(ケーン)が代表的なものであり、ケーンジュースはスクロース、グルコース、フルクトースを構成糖として、11~17%の糖分を含んでいる。スイートコーン残さ搾汁液の成分分析の結果から、ケーンジュースとほぼ同等の組成をもつことが分かった。発酵性酵母などの微生物の成育に必要な糖類、アミノ酸および無機塩類などの栄養成分を含み、特にスクロースとグルコースを高濃度で含有することなどが明らかになった。したがって、スイートコーン残さ搾汁液を基質として、発酵性酵母を用いたエタノール生産が可能であることが分かった。

発酵性酵母*Saccharomyces cerevisiae*を用いたエタ

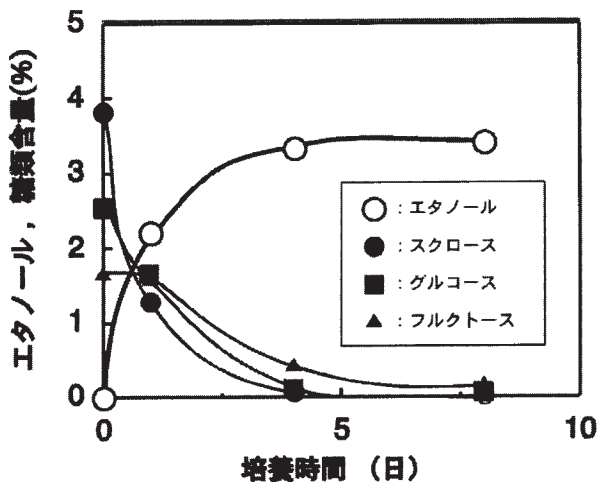


図1 スイートコーン残さ搾汁液における *Saccharomyces cerevisiae* を用いたエタノール生成試験

ノール生成試験の結果から、*Saccharomyces cerevisiae* がスイートコーン残さ搾汁液中で良好な増殖性を示し、糖類をほぼ完全に消費して、エタノールが蓄積することが分かった。このことから、基本的にスイートコーン残さ搾汁液からのバイオエタノール生産が可能であることが確認された。

5. 結 言

スイートコーン残さからのバイオエタノール生成が可能であることを明らかにした。今後は、より効率的なエタノール生成条件の検討や、経済性評価のための試験が必要であると考えられた。

参考文献

- 1) 大聖泰弘・三井物産編：バイオエタノール最前線，工業調査会（1999）
- 2) 原後雄太・泊みゆき著：バイオマス産業社会，築地書房（2002）
- 3) 湯川英明：バイオエタノールの量産技術と実用化の展望，高圧ガス，40，28-32（2003）
- 4) 稲田雄二：バイオエタノールー世界の現状と日本の今後の取り組みー，環境研究，133，64-72（2004）
- 5) Kunteova, L.: The potential role of bioethanol, Int. Sugar J., 98, 448-452（1996）
- 6) Schormuller, M. F. and Hochberg, U. E.: New concept for the production of bioethanol from raw materials containing sugar and starch, Int. Sugar J., 107, 142-146（2005）
- 7) 日本酒造組合中央会：酒造の有機化学Ⅱ，清酒製造技術研修講座（第4巻），p.14，藤印刷工業（1996）

- 8) 氏原邦博・杉本明・寺島義文・福原誠司・増田亮一・杉浦誠・永田茂穂：サトウキビジュースにおける有用成分の生育時期別推移と加工時の消長，日本作物学会九州支部会報，70，75-77（2004）

林地残材の各種状態調査

森林総合研究所
小澤 雅之

Measurement of Forest Residues Property at Yamanashi Prefecture Area

Forest Research Institute
Masayuki Ozawa

要 約

山梨県富士北麓地域で行われた伐採跡地に標準調査地として3カ所を設定し、調査地内に存在した木質バイオマスを林地残材として見なし、調査地内の全林地残材の質量や含水率および熱量を測定し、エネルギー量を推定した。さらに、山梨県森林総合研究所裏山実験林内に林地残材の含水率変化を調べるため、林地残材モデルを3つ構築し、質量比について調査検討を行った。

Abstract

We investigated forest residue at north of Fuji area. This site was a landing that was harvested by clear-cutting. We established 3 standard research area(20×20m) in this site. A forestry machine was brought to the landing, and the weights of the forest residue were measured using a load cell. It consisted of many intertwined limbs, tops, and stems, and some logs, and the moisture content differed greatly. We determined the calorific value of forest residue for use as a local energy source.

Additionally, we built 3 forest residue models for measuring of its moisture content in Yamanashi forest research institute's experiment forest. Mass ratio of forest residue gradually decreased day by day. It seems that pace of inside mass ratio decrease was larger than the outside.

1. 緒 言

木材は地域の重要な資源として活用されてきたが、最近ではマテリアル利用以外にも、木質バイオマスエネルギーとして注目されている。しかし従来の林業はマテリアル利用に重点が置かれており、エネルギー利用をする際には収集方法等の検討が必要とされている。しかし、プロセッサ、ハーベスタ等の機械を用いた造材現場では、素材生産に伴い発生する末木、枝葉、曲がり材等の残材が集積されやすく、実際にそのような現場の土場や道脇等には未利用バイオマス資源が堆積していることが多い。

そこで、そのような比較的「利用可能な状態」にある土場集積材の木質バイオマスからエネルギー利用することを想定し、それらの発生重量や各種物理量を実測した。物理量の中でも、エネルギー利用する際には、特に木質バイオマスでは含水率の把握が重要となる。そこで、林内に林地残材のモデルを構築し、含水率変化を定

時的に測定した。

2. 実験方法

2-1 林地残材の状態調査

山梨県富士北麓地域県有林において平成17年度に実施した皆伐地の跡地(図1)に散在していた木質バイオマスを林地残材と見なし、任意に標準地を3カ所を設定し(図2)、その中に散在していた林地残材を林業機械・油圧ショベルに1tfのひずみ計を垂下させ(図3)、ワイヤーモックを用いて残材を吊り下げ質量を実測した。また、サンプルを取り出し含水率および熱量を測定した。



図1 山梨県富士北麓地域の皆伐跡地



図4 林地残材モデル設置



図2 標準地設定作業



図5 5段積み林地残材モデル



図3 林業機械による質量実測

2-2 林地残材の含水率変化調査

平成17年6月下旬に南部地域で伐採されたヒノキ林から発生した末木枝条等を山梨県森林総合研究所に搬送し、末木枝条等にあった葉を全て除去し一定の長さに切

断した後、 1×2 mのネットに適量梱包して、 1×1 mの残材塊とし、山梨県森林総合研究所裏山実験林内にそれらを1段、3段および5段に積層・堆積させた(図4~5)。

3. 結果および考察

3-1 林地残材の状態調査

林地残材量の調査結果については、平成18年8月に開催される第15回日本エネルギー学会大会で発表する予定であるので、詳細についてはそれを参照していただきたい。ところで、現在各種伐採地に置かれている林地残材の熱量測定を行っている。樹種により熱量に差異があることが認められているが、ここではヒノキの測定例を表1に示す。

現段階での測定結果から推察すれば、ヒノキの各部位による熱量的な著しい差異は認められないが、含水率が高いほど熱量が減少する傾向が認められる。これらについても、上記大会で詳細を発表する予定である。

表1 ヒノキの熱量

	気乾状態	絶乾状態
木部	4250	4400
樹皮	4360	4520
枝条	4280	4490

単位:kcal/kg

3-2 林地残材の含水率変化

林地残材をエネルギーとして利用する際、特に含水率という因子が問題となる。熱量の測定でも明らかなように、水分を含んでいる物質の燃焼では、含水率によりエネルギー量が異なる¹⁾。従って、木質バイオマスをエネルギー変換システム、特に直接燃焼系などに投入する際、含水率の把握が重要²⁾となる。そのため、木質バイオマスの保管は重要な因子であり、堆積モデルを用いた手法などにより効果的な方法が検討³⁾されている。しかし、日本ではまだ木質バイオマスのエネルギー利用が想定されておらず、特に林内における含水率変化の把握など基礎的な知見が少ない。そこで、今回は林地残材モデルを構築し、質量を測定することで含水率変化の推移を把握することとした。

図6に示す通り、3×3の升目を基本に、地面から下層部、中層部および上層部が構築され、特に5段積みの場合、下層部と中層部間、中層部と上層部間の4角にも配置した。1段積み、3段積みおよび5段積みのそれぞれの頂点までの高さはそれぞれ、20、40および80cmであった。

また、山梨県森林総合研究所内に設置されている気象観測計によるデータから1時間毎の雨量、気温などを用いた。ここでは一例として5段積みの結果について、図7に5段積み中心部での質量変化比を、図8には4角でのそれを、さらに図9には辺部でのそれと降雨量との関係をそれぞれ示す。林地残材モデルを構築した際、サンプルを用いて含水率を測定したところ、概ね70%前後の値であった。この時の値を参考に約200日経過した状態での含水率は約30~50%であると推算された。各位置の質量比は放置されることにより上層部<中層部<下層部の順に、最も光や風の影響を受けるとされる上層部での減少率が低くなる傾向が認められた。また、質量比の著しい増減は図9の通り、降雨による影響であることが認められ、特に一時的に増加しても再び元の減少率に戻る傾向が認められた。木材中の水分は自由水と結合水に大別できるが、後者よりも前者が先に減少し、繊維飽和点以下では主に結合水が支配的であることなどから、ある一定の含水率領域までは減少するが、それ以降は一定の値を示し、特に雨の影響を受けにくい内層部で安定していくことが今回の結果から推察される。なお、この試験は現在も継続しており、今後改めて報告することにする。

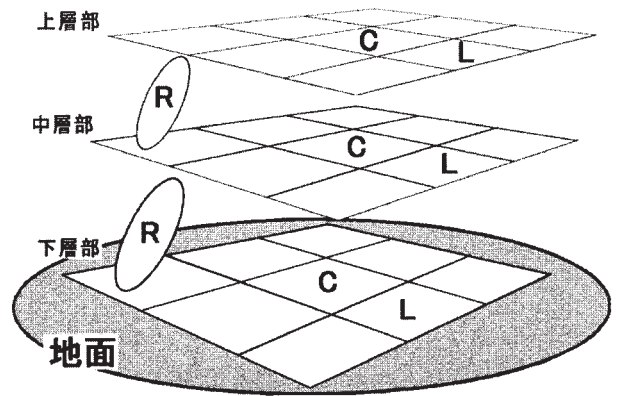


図6 林地残材モデルの基本配置

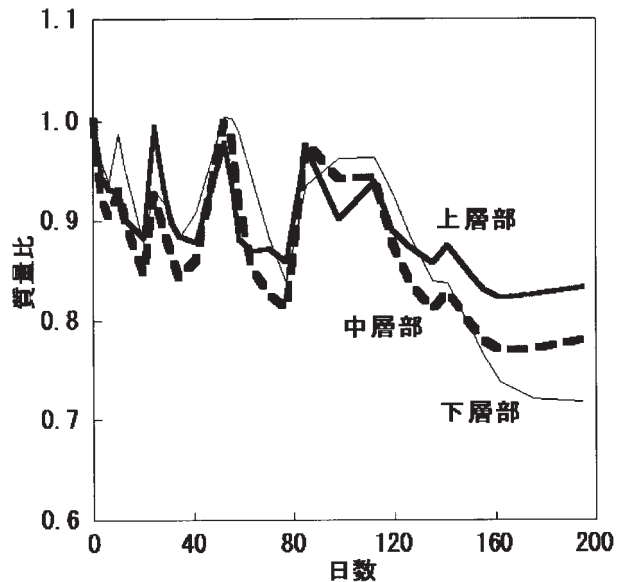


図7 5段積みモデルの中心部における質量比変化

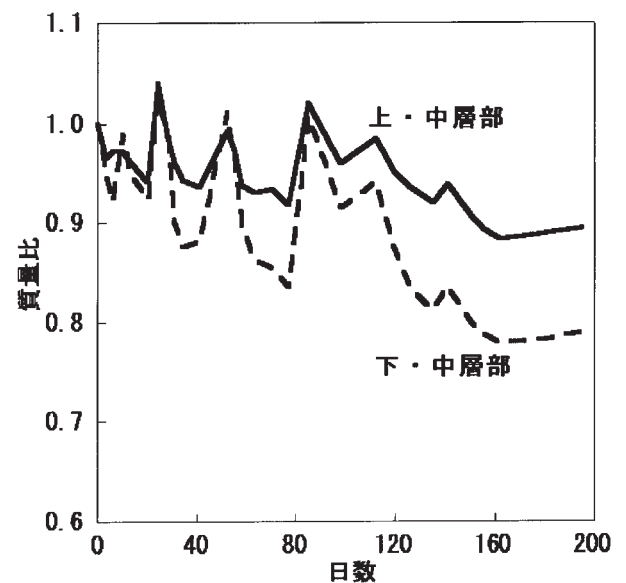


図8 5段積みモデルの4角における質量比変化

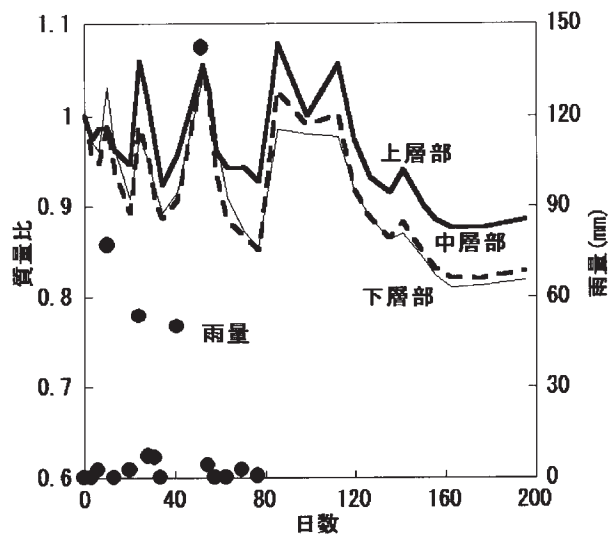


図9 5段積みモデルの辺部における質量比変化と雨量

4. 結 言

今回実測した皆伐跡地には大量の林地残材が認められたが、これは伐採の方法などにより大きく異なることが推察される。

木材の熱量は含水率を含んだ状態では絶乾状態よりも少なくなる。

林地残材モデルを構築し、含水率変化を経時的に測定しているが、表層部よりも内層部において質量減少率が大きく安定することが推察された。

参考文献

- 1) 社団法人日本エネルギー学会編：バイオマスハンドブック，オーム社，P.16 (2002)
- 2) Donald L. Klass：Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals, Academic Press, P.162-168 (1998)
- 3) Luis Esteban, Pilar Ciria and Juan Carrasco：2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, P.10-14 (2004)

3-76. 伐採後に発生した林地残材の実測

山梨県森林総研 ○小澤 雅之

東京農工大学 岩岡 正博・尾辻佐人志・中澤 昌彦

Measurement of Forest Residues Deriving from Logging Operation

Yamanashi Forest Research Institute ○Masayuki OZAWA

Tokyo Univ. of Agri. and Tech Masahiro IWAOKA, Satoshi OTUJI,
Masahiko NAKAZAWA

1. 緒言

木材は地域の重要な資源として活用されてきたが、最近ではマテリアル利用以外にも、木質バイオマスエネルギー源として注目されるようになってきた。中でも林内や土場などに放置・堆積されている林地残材への関心が高まりつつある。林地残材の発生事例として、プロセッサやハーベスタ等の林業機械を用いた造材現場が挙げられる。このような現場では、素材生産に伴い発生する末木、枝葉、曲がり材等の残材が集積されやすく、土場や道脇等には未利用バイオマス資源が堆積している場合が多い。しかし、従来の林業ではマテリアル利用に重点が置かれており、エネルギー利用については十分に考慮されておらず、実際にそれらがエネルギー供給源として利用できるかについては明確ではない。そこで、比較的利用可能な状態で散在していた林地残材を木質バイオマスエネルギー供給源と想定し、それらの発生量や発熱量および含水率を実測し、林地残材利用の可能性について検討を行った。

2. 実験方法

2.1 林地残材の状態調査

山梨県富士北麓地域（山梨県富士吉田市）において平成17年度に実施した皆伐跡地（図1）を調査地とし、そこに散在していた末木枝条等の残材を対象とした。皆伐跡地内に20×20mの標準地（図2）を任意に3カ所設定した。まず、標準地内の林地残材の一部をグラップルによりワイヤーモッコ上に集積させた。次にグラップルに1tfのひずみ計を垂下させ、それにワイヤーモッコごと吊り下げ質量を実測した（図3）。これを繰り返し標準地内の林地残材を全て実測し総和を算出した。また、標準地内からサンプルを採取し、含水率および発熱量の測定を行った。

サンプルを密閉可能なビニール袋内に入れ持ち帰った後、105℃の乾燥器内で乾燥させ、全乾質量を求めて

含水率を算出した。発熱量の測定には、O.S.K196燃研式デジタル式熱量計（小川サンプリング株式会社製）を用いた。全乾状態にしたサンプルから木粉状の試料を切り出し、熱量計に装てんし発熱量を計測した。一方、今回の皆伐地において伐採された木材は、現地に造材され、用材として市場に出荷された。表1に調査地の伐採面積、伐出された樹種、本数および材積を示す。

2.2 林地残材の積み込み作業調査

標準地内にある残材の質量実測終了後に、それら残材の搬出を想定したトラックへの積み込み作業を試行した。グラップルを用いて残材を4tトラックの荷台に積載させ、その時の様子について時間観測調査を行った（図4）。また、積み込み作業終了後に荷台上の残材の高さを測定した。

3. 結果および考察

表2に各標準地における林地残材の質量実測値と平均含水率を示す。

全標準地における林地残材の総量から単位面積当たりの残材質量を算出すると11.4kg/m²となり、これを皆伐面積5.84haに当てはめると約666tの林地残材が散在していると推算された。また、林地残材は伐出行為により

表1 調査地において伐出された木材の状況

樹種	径級区分 (cm)	本数 (本)	材積 (m ³)	用途
カラマツ	10~28	46	10	用材
カラマツ	30~54	239	243	用材
その他針葉樹	10~28	238	8	用材
広葉樹類	22~30	1015	357	用材
広葉樹類	32~54	139	91	用材
広葉樹類	—	1745	193	チップ等
合計		3422	902	

皆伐面積：5.84ha

表2 各標準地における質量実測値と平均含水率

	質量 (t)			平均含水率 (%)		
	総量	枝条	丸太	枝条	丸太(針)	丸太(広)
標準地 1	5.00	4.22	0.78	66.5	55.1	70.1
標準地 2	4.76	3.95	0.81	64.6	64.9	59.0
標準地 3	3.94	3.31	0.63	42.7	35.2	50.4

総量=枝条+丸太



図1 皆伐跡地の様子



図2 標準地設置作業



図3 林地残材質量実測の様子



図4 トラックへの林地残材積み込みの様子

発生するので、搬出材積902 m^3 から単位材積当たりの林地残材発生量を算出すると15.2 kg/m^3 となった。さらに、測定した含水率と質量実測時における枝条と丸太との割合から、各標準地の残材の全乾質量を推算したところ、標準地1、2および3の順に3.01t、2.90tおよび2.75tとなった。上記と同様に皆伐地全体の林地残材量を全乾質量で換算すると約421tと推算された。

一方、発熱量については、カラマツの木部で16.9MJ/kg、その樹皮で18.9MJ/kgを示した。広葉樹類では樹種間の差異は小さく木部16.5MJ/kg、樹皮20.3MJ/kgであった。なお、各樹種について枝条、丸太とも測定を行ったが、ほぼ同程度の値を示した。そこで、針葉樹の発熱量を16.9MJ/kg、広葉樹のそれを16.5MJ/kgとすれば、今回の皆伐によって発生した林地残材の全熱量は7.0TJと推算された。

次に発生した残材をトラック等で搬送することを想定し、積み込み作業に要する時間等を実測した。ここでは、標準地1において実測した林地残材を4tトラックに積み込んだが、質量実測後に調査したため、既に林地残材がほぼ一カ所に集積された状態であった。標準地1における全ての林地残材5t分をトラックに積載させるには、4回(4台分)の積み込み作業が必要であった。1回当たりどの程度の量を積載したかについて正確な計測は行えなかったが、1回の積載量は約1.2tで、その時の荷台における積載物の高さは約1.6mであった。時間観測調査から各回毎の積み込み作業のみに要した時間を抽出したところ、それぞれ150秒、137秒、208秒および204秒であった。したがって5tの残材積み込みに必要な時間は11分39秒となった。

この地域では今後も継続的に木材を伐採することが計画されており、伐採面積に応じて林地残材が発生することが予想される。これまでも発生した林地残材は、地拵えなどにその一部が使われてきたが、それ以外はほとんど林内に放置・堆積されている状態である。山梨県富士吉田地域は、富士北麓に位置し、標高が高いため冬場の

気候は特に厳しい地域である。そのため、冬場の暖房は生活に必要不可欠であり、熱需要も十分見込める。今回の調査により、伐採後における林地残材の発生状況を具体的な数値として示すことができた。今後は木質バイオマスエネルギー利用に向けた具体的な展開を検討していきたい。

廃棄プラスチックの熱分解と リサイクル技術の研究開発

廃棄プラスチックの熱分解とリサイクル技術の研究開発

環境科学研究所・富士工業技術センター・日清オイリオグループ(株)
佐野慶一郎・萩原 義人・高柳 正明

Development of Dissolution and Recycling for Plastic Waste

Institute of Environmental Sciences, Fuji Industrial Technology Center
and The Nisshin Oillio Group, Ltd.

Keiichiro SANO, Yoshihito HAGIHARA and Masaaki TAKAYANAGI

要 約

廃棄FRPは、架橋構造のUP（不飽和ポリエステル）が用いられ、且つ繊維が添加されているため、リサイクル・システムを実用化するのは困難である。本研究では、廃食用油中での廃棄FRPの熱分解とそのリサイクルの技術開発を進めた。この手法では、熱分解した母材とガラス繊維は容易に分離することができる。UP分解物は燃料としてサーマル・リサイクルが可能であり、分離した繊維は無機材料としてリサイクル可能である。本年度の成果として、FRPリサイクルの基本データについて説明する。さらに、実験結果に基づきFRPリサイクル・プロセスと熱分解装置を設計し、熱反応槽とその制御装置を試作したので解説する。

Abstract

It is difficult to realize a recycling system of fiber-reinforced plastics (FRP) waste because of the cross-linked structure of unsaturated polyester (UP) and the filler fiber. In this study, a thermal dissolution method in FRP waste within vegetable oil waste is developing for that recycling. In this technique, an easy separation between dissolved matrix resin and the glass fiber were attained. The UP dissolution product can be used for thermal recycling as fuel, and the fiber can be recycled as inorganic raw materials. The representation data for FRP recycling were investigated. Further, a design for the FRP recycling process and the dissolution equipment based on experiment results is explained. In this year, heating reactor and that controller were produced experimentally.

1. 緒 言

FRP（繊維強化プラスチック）は、ボート、航空機、車両、浴槽、ヘルメット、遊具等の様々な製品に利用されている。しかし、FRP廃材の多くは、分解困難なUP（不飽和ポリエステル）等の熱硬化性樹脂が用いられ、ガラスや炭素の強化繊維の分離除去にも手間がかかるため、リサイクル化が敬遠され、埋立てか焼却処分される状況にある。現在、国内において、革新的な廃FRPのリサイクル技術が求められている。以前より、筆者らは廃棄する熱硬化性樹脂を植物油中で加熱分解し、リサイクルする手法を提唱してきた^{1)~6)}。本研究では、国内の環境を保全していくため、廃食用油を利用し、小型で簡単な装置で安価に廃FRPを分解し、リサイクルする手法を提案し、その技術の早期開発を目指している。本年度は、植物油や廃食用油中で様々なUPの熱分解実験と分析を行い、反応挙動を調べた。次いで、実験結果を

基に廃FRPリサイクルの工程を考案した。さらに、開発試作を予定している廃FRPの小型分解装置の装置全体を構想し、熱分解槽とその制御装置を設計試作したので報告する。

2. 実験方法

2-1 供試材料

まず、未使用の植物油中で廃FRPを加熱分解させる基礎実験を行い、そのリサイクル性について考察した。今回、FRP母材の試料として、スチレン架橋のUPを0.3 cm³内に破碎し用いた。代表的なオルソフタル酸系UPの構造式を図1に示す。植物油には、食用の菜種油と大豆油を用いた。植物油の化学構造は、グリセリンに数種類の脂肪酸が結合したトリグリセリドであり、その構造を図2に示す。

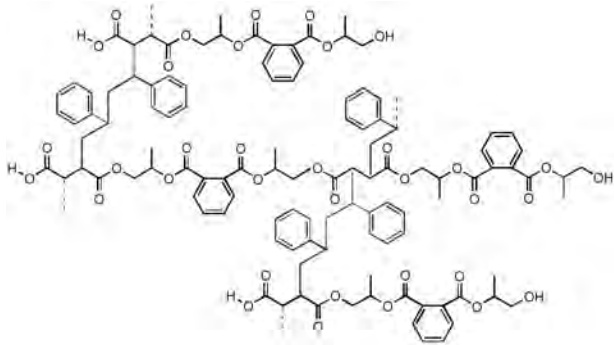


図1 不飽和ポリエステル

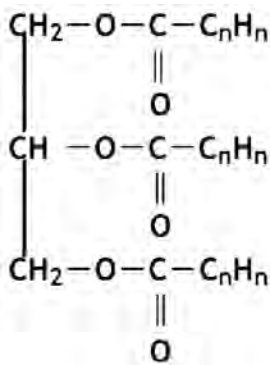


図2 植物油 (トリグリセリド)

2-2 実験方法

UPの加熱分解に用いた実験装置を図3に示す。実験手順として、まず、反応槽にUPと菜種油(重量比=1:3)を入れる。高压反応では、密閉した反応槽内を窒素ガスで置換後、さらに窒素ガスを封入し、初期圧力を2MPaとした。大気反応では、反応槽の蓋を外した。次いで、菜種油を所定温度まで加熱、所定時間保ち、UPを反応分解させた。尚、密閉槽内では、油温が300~340℃になると圧力は3~4MPaまで上昇する。

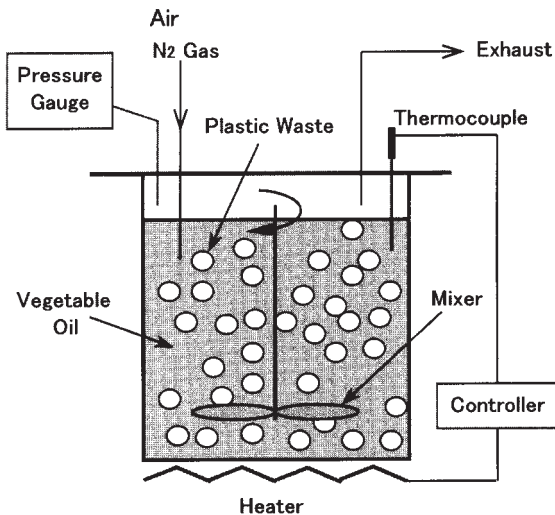


図3 加熱反応器 (実験用)

3. 結果

3-1 植物油中でのUPの熱分解挙動⁶⁾

図4に菜種油の温度に対するイソフタル酸系UPの分解速度(アレニウス・プロット)を示す。高压下、大気下ともに、見かけの活性化エネルギーEaは、約35kcal/molで正の値を示し、分解は高温になるほど促進することが判る。頻度因子Aは、高压下の方が大気下よりも若干高いことから、高压下では液相中の分子間の衝突確率が高まり、反応速度が相対的に上昇したと推察される。340℃の高温の菜種油では、高压下において固体UPは僅か20分間の反応で完全に分解する。また、大気反応においても70分間と比較的短時間の加熱でUPは

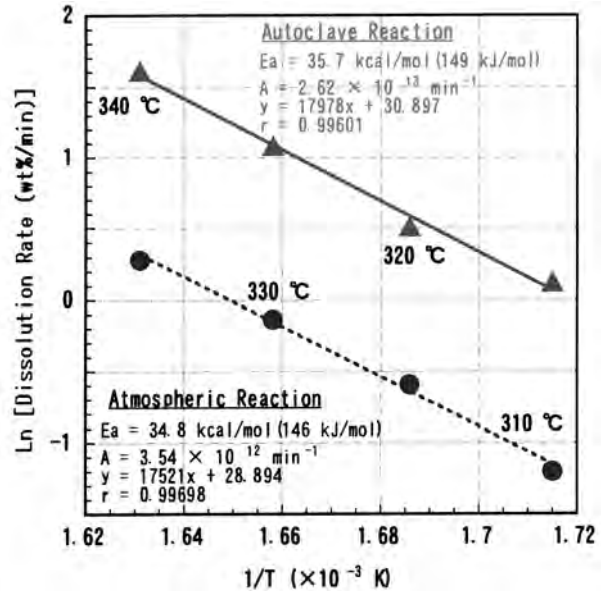


図4 廃プラの分解の温度依存性

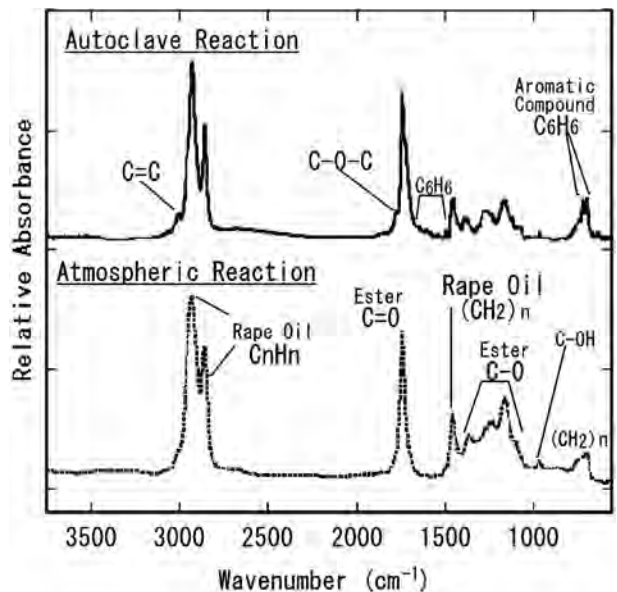


図5 廃プラ分解物のFTIRスペクトル

分解した。廃FRPの熱分解では各種触媒の効能も期待でき、安価な大気下の反応装置でも実用化が可能と判断する。図5に分解物のFTIR（フーリエ変換赤外吸収スペクトル）を示す。高压下では、700~750cm⁻¹と1580~1650cm⁻¹にUPからの有機化合物と見られる吸収ピークが認められる。しかし、大気下では、それらのピークが見られない。これら分析結果より、大気下の反応では、UPから分解した低分子の有機化合物は、蒸発し、大気に放出したと推測する。これら、分析結果より、大気下反応を実用化するには、蒸発ガスの浄化処理が必要と判断する。

3-2 廃食用中でのUPの熱分解

表1に大気下における未使用の菜種油とポテトフライに使った廃食用油中でのオルソフタル酸系UPの分解速度の比較を示す。油温は、320℃とした。使用後の菜種油は、酸化重合反応が進行しているものの、UPの分解速度に大きな低減は見られず、廃FRP熱分解の溶媒として使用できることが判った。

表1 各菜種油中での不飽和ポリエステル分解性の比較

Virgin oil	1.6 (wt%/min)	*UP : Oil=1 : 3 (weight)
Used oil	1.5 (wt%/min)	Oil temp. of 320℃

3-3 廃食用中での廃FRPの熱分解

写真1に廃FRPを大気下の廃食用油中で熱分解し、簡単に液体の有機物とガラス繊維に遠心分離した状態を示す。

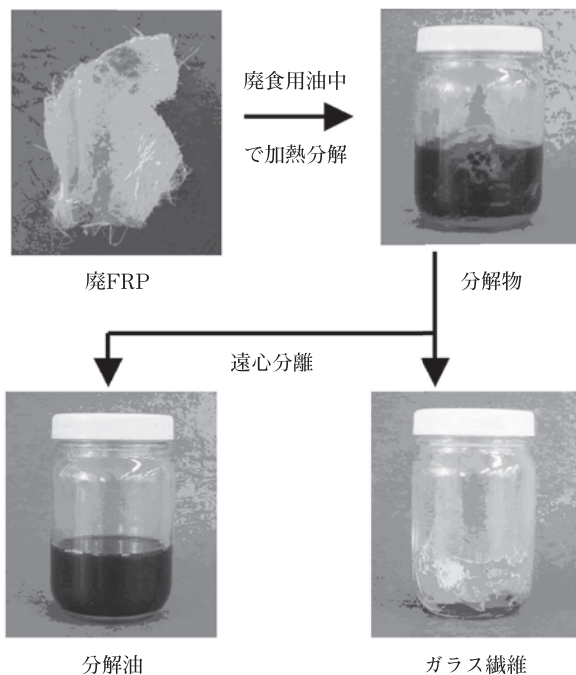


写真1 廃食用油による廃FRPの熱分解

3-4 UP分解物の燃焼実験^{3),5)}

表2に大豆油で分解したUPと比較試料を燃焼した際の低位発熱量を示す。大豆油を含むUP分解物の発熱量は、固体UPよりも高い。分解物の発熱量は、重油より低いものの、ボイラーや発電の燃料に利用可能と考えられる。

表2 各試料の低位発熱量

	Dissolved UP	UP	Heavy oil	Soybean oil
E (kJ/g)	38.5	30.0	44.0	39.5

表3にUP分解物を800℃で燃焼させ、生じたガスのガスクロマトグラフの分析結果を示す。SOXの発生が僅かに認められるがCO、NOX、及びHC化合物の発生は認められない。CO₂の発生量がほぼ100wt%に達している。このことは、液体のUP分解物は、高温下で瞬時にガス化され、完全燃焼が生じていることを示している。これら結果より、UP分解物は燃料に利用できるものと判断される。

表3 UP分解物の燃焼ガスの定量分析

	Amount of gas (mg)*				
Temp.	CO ₂	CO	SOX	NOX	HC Comp.
800℃	2900	—**	0.06	—**	—**

*Conversion value of using UP dissolution sample of 1.0g.

3-5 リサイクル工程と装置の設計試作⁴⁾

図6に廃FRP分解の実験結果より考案したリサイクル工程を示す。本処理の長所は、廃プラを分解する溶媒として石油系合成物の代わりに畑で栽培した植物素材の菜種油や大豆油、及びそれらの廃食用油を用いることと、その分解物のリサイクル化（燃料やプラスチック原料）が期待できることである。特に、本処理では植物資源やその廃棄物をリサイクル事業に有効活用するため、実質、化石燃料の枯渇を抑制でき、循環型社会の実現に貢献できると考える。さらに、本処理は工程数が少なく、簡素な大気下の熱分解装置で対応できる。例えば、FRP製品の生産工場や市町村の廃棄物処理場に本装置

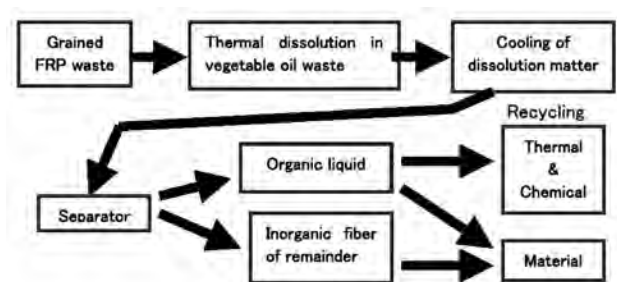


図6 廃FRPのリサイクル工程

を容易に併設できるため、廃FRPを大規模な処理施設まで輸送することなく、その場でリサイクルが可能となる。それゆえ、本処理は廃FRPの低減化に有効な手法になりうる。

図7に廃FRP分解装置の概略図を示す。破碎した廃FRPを大気下の廃食用油中で加熱分解する槽は上部に位

置する。加熱槽はステンレス製で、ヒータを有し、内部には水冷管を備える。分解物は常時、翼で均一に攪拌する。加熱槽の下部には、ガラス繊維等の残渣物と液状成分とを分ける遠心分離機が存在する。つまり本装置では、廃FRPの熱分解物は冷却後、分離機に流入され、無機物などの残渣物を除去する一連工程の自動運転を想

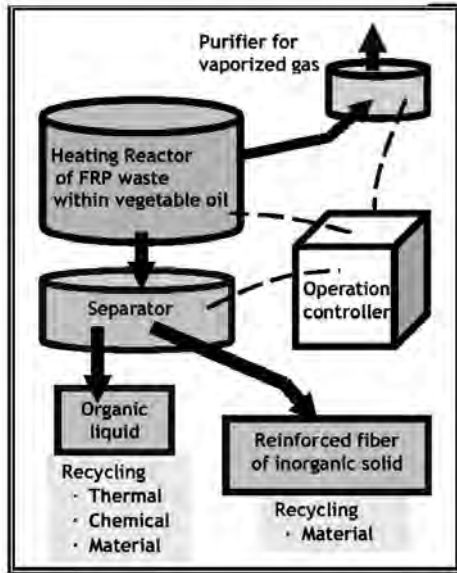


図7 リサイクル装置の概略図

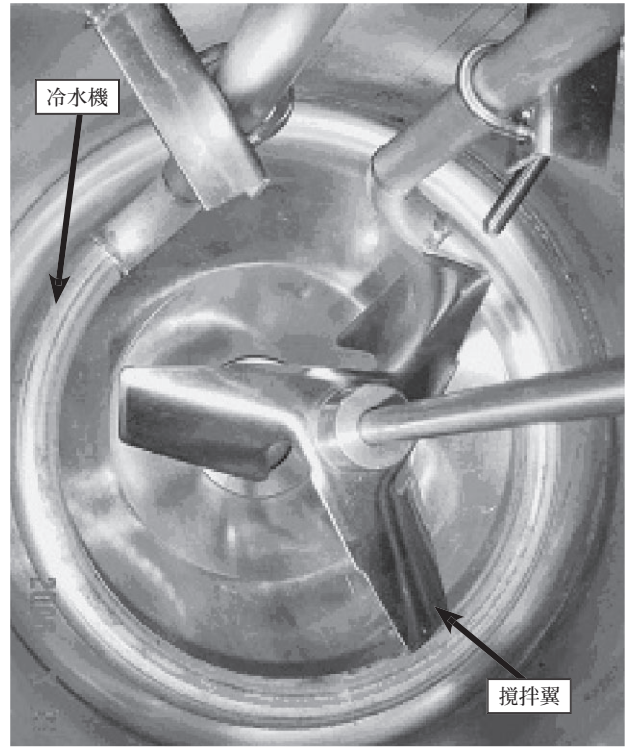


写真3 熱分解槽の内部



写真2 廃棄プラスチックの熱分解槽

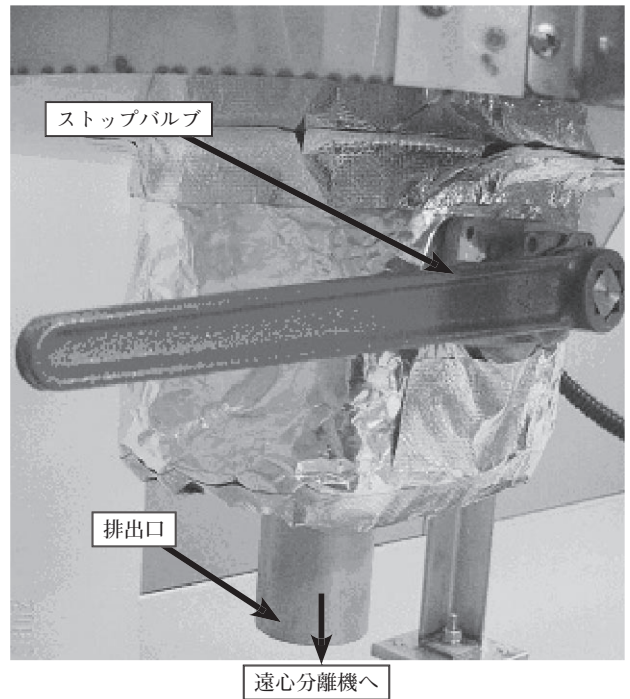


写真4 廃プラ分解物の排出口

定している。その他、反応時に生じる蒸気の浄化フィルターが設けられる。本装置では、高圧密閉下での大規模なリサイクル・プラントに比べ、製作費と稼働費の低減が期待できる。

本年度に試作した熱分解槽や制御装置の概観を写真2から写真5に示す。これら装置の試運転では、植物油を常温から350℃まで制御しながら加熱保持できることを確認した。研究最終の来年度は、遠心分離機と蒸発ガスの浄化装置、及び各制御装置を設計試作する。そして、それら装置を本年度に試作した熱分解槽に合体させ、リサイクル装置を完成させる計画にある。

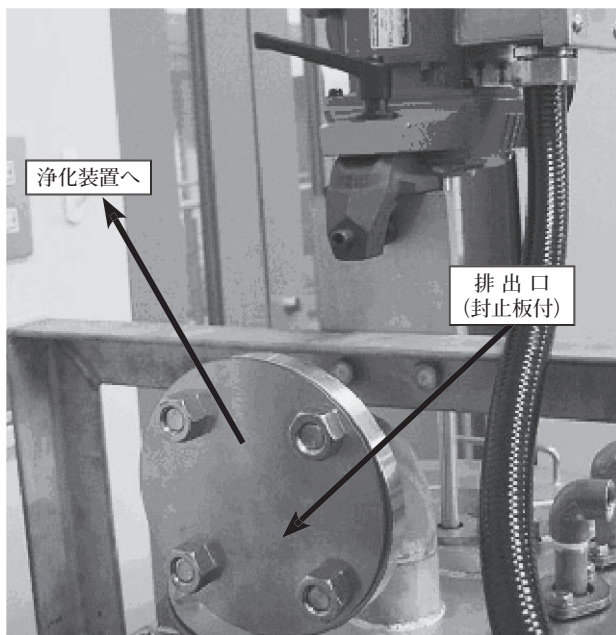


写真5 蒸発ガス排出口

4. 結 言¹⁾⁻⁶⁾

- 1) 菜種油中におけるFRPのUP母材の熱分解は、高圧下と大気下ともに、活性化エネルギーは同値で、高い温度依存性を有する。大気下に比べ、高圧下では、液相中での分子間の衝突確率が増し、分解性は若干高まる。
- 2) 大気下でのFRP分解では、低分子の有機化合物が蒸発するため、蒸気の浄化処理が必要である。
- 3) 大気下で、且つ廃食用油を溶媒とした条件でも、廃FRPは、簡単に熱分解でき、無機繊維の分離も容易である。
- 4) UP分解物は、完全燃焼し、発熱量は固体のFRPより高く、サーマル・リサイクルに適している。
- 5) 廃FRPを大気下の廃食用油中で加熱分解し、液体の有機物と無機繊維を分離する工程を考案し、その処理装置の基本機構を構想した。本年度は、熱分解槽とその制御装置を設計試作し、正常な動作を確認した。

5. 今後の計画

今後の課題として、下記の研究を計画検討している。

- ①完成したリサイクル装置の稼働テスト
- ②ライフ・サイクル・アセスメント
- ③廃FRPリサイクルのモデル・ケースの提案
- ④FRP分解物のマテリアル・リサイクル技術
- ⑤リサイクル工程の改善

参考文献

- 1) 佐藤：日経メカニカル，No,517, P.27-29 (1997)
- 2) 根上・佐野・吉村ほか：自動車技術会学術講演会前刷集，No,20015494, P.9-12 (2002)
- 3) M. Neagami and K. Sano et al. : JSAE Review, Vol.24, No.20034120, P.221-225 (2003)
- 4) 佐野・高柳・齋藤 ほか：自動車技術会学術講演会前刷集，No,20035004, P.7-10 (2003)
- 5) M. Takayanagi and K. Sano : Collection of papers presented at the Polytronic, P.143-146 (2003)
- 6) 佐野・西巻・高見ほか：プラスチック化学リサイクル研究会第7回討論会予稿集, P.43-44 (2004)

無電極放電プラズマ光による
次世代水殺菌処理システムの研究開発

無電極放電プラズマ光による 次世代水殺菌処理システムの研究開発

富士工業技術センター

渡辺 誠・橋本 卓也・尾形 正岐・佐藤 幸治*

Research and Development of Water Sterilize System by Electrodeless Discharge Plasma Emission

Fuji Industrial Technology Center

Makoto WATANABE, Takuya HASHIMOTO,

Masaki OGATA and Koji SATO*

要 約

既存の水殺菌法にかわる新規殺菌法として、無電極放電プラズマ光の実用化の可能性を検討するため、無限長マイクロ波線路構造により、従来のマイクロ波利用の装置に比べシンプルな構成と操作性を実現した実用型の水殺菌用のマイクロ波励起空気プラズマ光照射装置を製作し、その基本性能について検討した。製作した水殺菌装置は、マイクロ波出力450W、真空度100Pa、流速2L/minの処理条件で 10^7 オーダーの大腸菌懸濁液を>99.99%殺菌可能であった(プラズマ光照射時間4.5s)。また、本装置により発生するプラズマ光は、空気中の酸素をオゾン化可能であることや、光触媒反応に利用可能であることが示された。

Abstract

The water sterilization device that used electrodeless discharge plasma emission was manufactured. The manufactured device had a simple structure and operativeness. Suspension of *E.coli* at the level 10^7 cfu/mL was sterilized by >99.99% (power output of micro wave:450W, vacuum of plasma chamber: 100Pa, irradiation time of plasma emission: 4.5s). Plasma emission by this device was able to generate ozone from oxygen in air. It was possible to use it for the photocatalyst.

1. 緒 言

多くの産業分野や生活施設において、微生物汚染のない良質な水が求められている。しかしながら、従来型の殺菌法(加熱、酸化薬剤など)は、コスト面、環境汚染、耐性菌などに課題があることから、新規の水殺菌処理システムが切望されている。これまでに無電極放電方式のマイクロ波励起による空気プラズマ光を、大腸菌の懸濁液に照射することで殺菌が可能であることが示されている¹⁾。そこで今回、本方式による新規水殺菌装置の実用化を目指した装置の製作を行い、その基本的な殺菌性能について検討を行った。また、プラズマ光の直接的な殺菌効果以外の併用技術(光触媒の利用など)についても、その可能性を検討した。

2. 実験方法

2-1 殺菌装置の製作

従来のマイクロ波プラズマ発生装置は、導波管や整合器からなる立体回路から形成され、操作も煩雑なものであった。今回製作した装置は、無限長線路構造により、プラズマチャンバー部にマグネトロンを直結し、電源も一体化したシンプルな構成と操作性を有する装置である(図1、表1参照)。処理管構造は、プラズマチャンバー内での処理を効果的に行うことを目的に、内径12mm、全長500mmのU字管(合成石英製)を2本クロスさせそれぞれの一端を連結する構造(U字管クロス構造)と、内径8mm、全長500mmのストレート管(合成石英製)を6本並列に配した構造(ストレート多管構造)の2種類を採用した。

* : (株)クリスタルコート

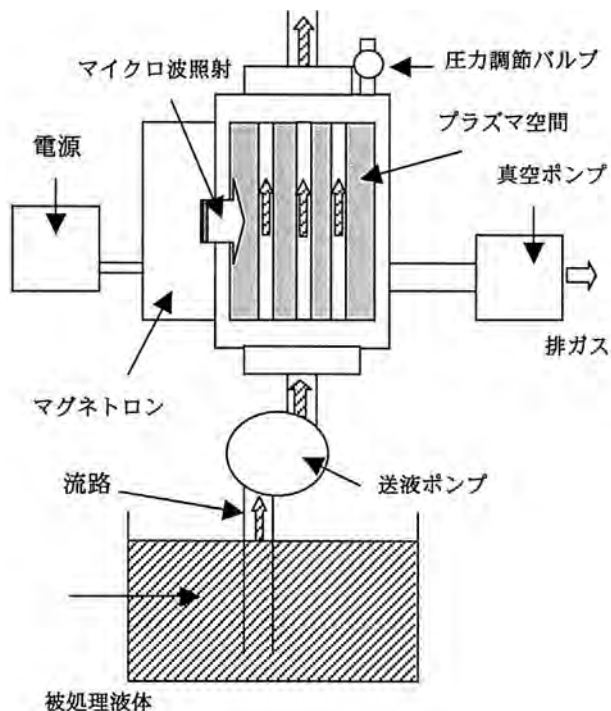


図1 製作した殺菌装置の概念図

処理管：ストレート多管構造

表1 製作した装置の仕様一覧

所要入力電圧	単相100V ±5%
所要入力電流	10A以下
消費電力	700W以下
周波数	50~60Hz
接地	D種(第三種接地)
マイクロ波周波数	2.45GHz
マイクロ波出力範囲	170~450W
冷却	空冷、水冷
負荷整合方式	無限長等価回転線路による無反射
液体処理管	U字管クロス構造 合成石英製 内φ12mm, L=500mm 2本
	ストレート多管構造 合成石英製 内φ8mm, L=500mm 6本
液体処理部シール構造	オーリングシール(シリコン、バイトン)
液体配管規格(処理部外部)	VP13塩ビ配管(HV仕様)
真空ポンプ	100VAC仕様 到達圧20Pa以下
真空排気ポート	NW16
真空配管	1/4inch(SUS及びPTFE)

2-2 殺菌性能の検討

殺菌性能の評価には、大腸菌NBRC3972, 黄色ブドウ球菌NBRC12732を用いた。試験菌は、30℃の培養液 [polypepton (1g/L), yeast extract (2g/L), MgSO₄·7H₂O (1g/L)] で振とう培養し、滅菌水で適宜希釈して実験に用いた。殺菌試験は、一定濃度の調製した試験菌液を、マイクロ波出力、真空度、流速などの装置条件を変えながら1パス処理し、処理前後の生菌数を測定することで行った。なお、生菌数の測定は、先の培養液組成に2%の寒天を加えた平板培地上でのプレート計測法を用いた。

2-3 プラズマ光併用技術の検討

本装置による空気プラズマ光のオゾン生成能の有無を

確認するため、U字管クロス構造の製作装置を用いて、マイクロ波出力450W、真空度100Paの条件で、処理管内に1L/minの流速で空気を導入し、出口側から流れ出てきた空気を3%のヨウ化カリウム水溶液250ml中に1時間吹き込み、遊離したヨウ素をチオ硫酸ナトリウムで滴定する確認試験を行った。

光触媒反応の光源としての確認は、アナターゼ型の酸化チタン粉末PMT-600(テイカ株式会社製)を0.1%添加した0.01mMメチレンブルー水溶液1Lをマイクロ波出力200W、真空度100Paの条件で一定時間処理したときのメチレンブルーの分解(吸光度の減少)を指標として評価した。

本殺菌法への光触媒反応の適応を想定した酸化チタンコーティング法の検討については、5cm×5cm、厚さ1mmの合成石英板に対して、株式会社クリスタルコートでの水溶液法²⁾により製膜したサンプル及び市販の光触媒用コーティング剤PTAsol(株式会社鯉コーポレーション)で製膜したサンプルを用いた。製膜したサンプルに対しては、分光光度計による透過率測定と、光触媒活性性能の評価を行った。光触媒活性性能の評価は、サンプル上に円筒形のセル(φ40mm)を乗せ0.01mMのメチレンブルー水溶液35mlを入れ、カバーガラスをした後に、ブラックライトを用いて紫外線強度1.0mW/cm²の強度で照射を行ったときの色素の分解活性示数(照射時間に対する色素濃度の減少の傾き: nmol/L/min)を求めて評価した。

3. 結果

3-1 製作装置の基本性能

製作した殺菌装置の写真を図2に示した。無限長線路構造によるマイクロ波の伝送を実現するためには、プラズマチャンバーの形状や容積には一定の制限がある。限られたスペースで効率的に殺菌処理を行うには、処理管のパスを長くする必要のあることから、U字管クロス構造の装置を製作したが、内部の処理管構造が複雑化したことにより、プラズマの安定性には問題が生じた(長時間運転の途中でプラズマ光が消灯してしまうことなど)。そこで、ストレート多管構造の処理管を製作した結果、処理の安定化が図られた(2週間以上の連続稼働が可能であった)。

本装置による殺菌処理では、処理管内を通過した水の温度は上昇する。今回、殺菌試験を行った流速条件では、処理後の水の温度が40℃を越えることはなかったため、加熱による殺菌の影響は無視できるものであるが、マグネトロンから照射されたマイクロ波のエネルギーが、最終的に処理管内の水の熱エネルギーとしてどの程度変換されているかを測定した。表2は、ストレート多管装置に、流速250ml/minで水を連続的に流し

ながら、マイクロ波出力及び真空度を変化させたときの処理前後の水温を計測し、その差 ΔT から投入したマイクロ波エネルギーに対する水の温度上昇に消費されたエネルギーの割合を算出した結果である。その結果、マイクロ波が高出力、真空度が高真空となるに連れて、処理液体である水への熱変換効率が高くなる傾向が示された。最も高い変換効率は、マイクロ波出力450W、真空度100Paの条件における71.6%であった。



図2 製作した殺菌装置

A: U字管クロス構造装置 (300×450×1000mm)

B: ストレート多管構造装置 (300×450×1150mm)

表2 マイクロ波出力エネルギーから処理液体への熱エネルギー変換効率の測定結果 (ストレート多管構造装置)

マイクロ波出力(W)	真空度(Pa)	処理水の温度変化			負荷消費電力(W)	液体部へ消費されたエネルギー(%)
		入口(°C)	出口(°C)	ΔT (°C)		
450	100	11.2	29.6	18.4	322.0	71.6
	200	11.7	28.3	16.6	290.5	64.6
	300	10.0	22.0	12.0	210.0	46.7
	400	9.4	16.3	6.9	120.8	26.8
400	100	11.5	26.0	14.5	253.8	63.4
	200	11.3	20.4	9.1	159.3	39.8
	300	11.4	18.4	7.0	122.5	30.6
	400	11.4	15.5	4.1	71.8	17.9
300	100	11.7	20.8	9.1	159.3	53.1
	200	12.8	17.7	4.9	85.8	26.6
	300	12.8	16.5	3.7	64.8	21.6
	400	11.8	14.5	2.7	47.3	15.8
200	100	12.8	16.6	3.8	66.5	33.3
	200	12.8	15.2	2.4	42.0	21.0
	300	12.3	14.6	2.3	40.3	20.1
	400	11.7	13.3	1.6	28.0	14.0
150	100	12.0	14.9	2.9	50.8	33.8
	200	12.3	13.7	1.4	24.5	16.3
	300	11.9	13.0	1.1	19.3	12.8
	400	12.2	13.3	1.1	19.3	12.8

ストレート多管構造の殺菌装置を用いて大腸菌の懸濁液を流速2L/minで1パス処理したときの、プラズマチャンバー部の真空度及びマイクロ波出力の影響を検討した結果を、表3、表4にそれぞれ示した。殺菌効率は、マ

イクロ波が高出力、真空度が高真空となるに連れて高くなった。真空度については、100Paより高真空な条件でのプラズマ点灯が困難であったため、これ以上の高真空条件については検討できなかった。本装置で最も安定して効率的に殺菌処理可能な条件は、真空度100Pa、マイクロ波出力450Wであり、この条件における 10^7 オーダーの大腸菌懸濁液(流速2L/min)に対する殺菌効率は>99.99%であった(プラズマ照射時間4.5s)。また、黄色ブドウ球菌は、大腸菌と同程度の殺菌効果を得るためには、約2倍の処理時間を必要とした。

表3 大腸菌に対する殺菌効果と真空度の関係

マイクロ波出力: 450W, ストレート多管構造装置

真空度(Pa)	処理前菌濃度(cfu/mL)	処理後菌濃度(cfu/mL)	殺菌効率(%)
300	2.4×10^7	3.6×10^5	98.50
200	2.9×10^7	2.8×10^4	99.90
100	2.6×10^7	9.4×10^2	>99.99

表4 大腸菌に対する殺菌効果とマイクロ波出力の関係

真空度: 100Pa, ストレート多管構造装置

マイクロ波出力(W)	処理前菌濃度(cfu/mL)	処理後菌濃度(cfu/mL)	殺菌効率(%)
0	2.8×10^7	2.8×10^7	0
200	2.9×10^7	1.2×10^7	58.62
300	3.3×10^7	3.8×10^5	98.85
450	2.7×10^7	2.8×10^2	>99.99

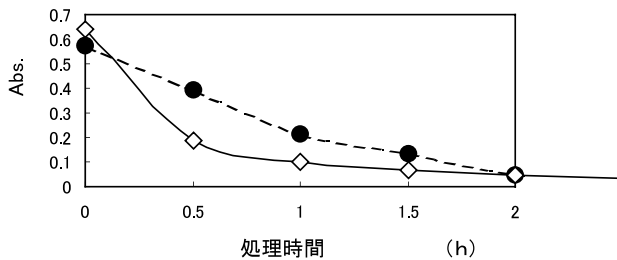
3-2 プラズマ光併用技術の検討

殺菌灯は254nmにシャープな発光スペクトルを有し、これが核酸に直接作用(二量体の形成)して殺菌性を示す³⁾。一方、本法で用いている空気プラズマ光の波長は、紫外から可視領域に渡って幅広い多数のピークを有している⁴⁾。そこで、本法で放射される光の直接作用による殺菌に加え、間接的な殺菌法の併用について検討した。

本法により放射される光によって空気中の酸素がオゾン化されるか検討した結果、マイクロ波出力450W、真空度100Paの条件で空気を処理管(U字管クロス構造)に1L/minの流速で導入したとき、 7.0×10^{-3} mg/Lのオゾンが生成していることを確認した。そこで、処理管内に気泡を挿入し、オゾン殺菌の効果との相乗性が示されるか検討したが、気泡挿入による殺菌効果の上昇は認められなかった。

通常の酸化チタンによる光触媒反応は、380nm以下の紫外光によって触媒能を示す⁵⁾。そこで、本法により発生する光の光触媒利用の可能性について検討した。図3は、メチレンブルー溶液を真空度100Pa、マイクロ波出力200Wで処理したときの処理時間と吸光度の関係をプロットしたものであるが、酸化チタン粉末を混入する

ことで色素の分解速度が速くなることが示されたことより、本装置によるプラズマ光が光触媒の光源として利用可能であることが確認された。水溶液法及び市販の酸化チタンコーティング剤 (PTA sol) によりコーティング処理を行った合成石英板の透過率測定の結果を図4に、また、光触媒性能の評価結果を表5にそれぞれ示した。水溶液法により製作した酸化チタン薄膜は、380nm付近の紫外光に対して比較的高い透過率を示したが、300nm以下の波長では、ほとんど透過性がなくなった。光触媒



活性については、水溶液法により製膜したサンプルの触

図3 メチレンブルー溶液のプラズマ光処理時間と吸光度の関係

●：プラズマ光単独処理、◇：プラズマ光+酸化チタン粉末混入処理、マイクロ波出力：200W、真空度：100Pa

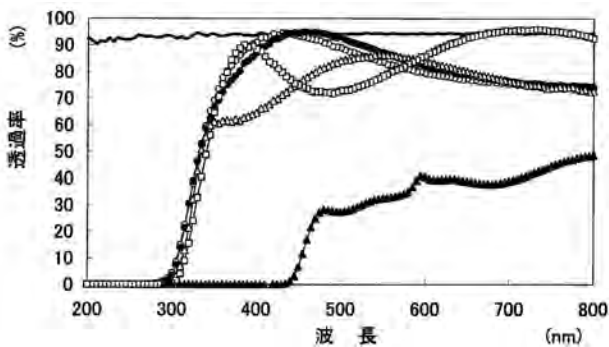


図4 酸化チタン薄膜コート合成石英板の透過率測定

—：未処理、○：水溶液法 (膜厚0.15 μ m以下)、●：水溶液法 (膜厚0.15~0.2 μ m)、△：水溶液法 (膜厚0.2 μ m)、□：水溶液法 (膜厚0.25 μ m)、▲：市販コート剤 (PTA sol)

表5 酸化チタン薄膜コート合成石英板の光触媒活性試験

Sample	製膜法	分解活性示数 (nmol/l/min)
石英ガラス	—	6.3
膜厚	0.2 μ m	7.9
	0.15~0.2 μ m	6.6
	0.25 μ m	6.7
	0.15 μ m未満	6.7
PTA sol	ディップコート	22.6

媒能はほとんど認められなかったが、市販のコーティング剤で処理したサンプルでは、明らかな活性が認められた。

4. 考察

今回、処理管構造の異なる2タイプの殺菌装置を製作したが、U字管クロス構造では、プラズマの安定性に問題が残った。チャンバー内に発生するプラズマの状態は、均一に安定することが望ましい。プラズマ空間内に配される処理管及びその内部を通過する水は、マイクロ波エネルギーを吸収する負荷部分に相当するため、処理管内での気泡の移動などが起こると、負荷の変化が生じ、均一性に乱れが生じる。U字管クロス構造は、ストレート多管構造に比べ配管構造の対称性が劣ることから、こうした負荷の変動に影響されやすいものと考えられる。しかしながら、U字管クロス構造は、プラズマチャンバーと処理管との接合箇所を少なくできるなどの利点も有していることから、マイクロ波出力の向上や、プラズマ点火装置の改良などによる装置の安定化を引き続き検討する必要があるものとする。一方、ストレート多管構造は、プラズマ空間を多数の管が貫く構造であるため、プラズマチャンバーと配管との接合箇所が増大する構成ではあるが、プラズマの安定性から優れた構造であり、更に、表面積の拡大による処理効率の向上や、管径の縮小による処理管中心部での処理効率低下の抑制にも有効であると考えられる。

本法での殺菌効率は、マイクロ波出力及び真空度が増すに連れて上昇する傾向を示した。殺菌効率が高い条件では、肉眼でのプラズマ光強度の増大が認められている。また、殺菌効果の高い条件では、処理される液体に与えられる熱エネルギーへの変換効率も高くなっている。従って、殺菌に有効な波長の光の強度や、液体加熱に有効な光の強度も、可視光と連動して増減しているものと予想されるが、これについては、今後分光器による波長及び絶対強度の測定を行って確認する必要がある。なお、プラズマ光と同時に処理管内の水に照射されているマイクロ波の影響については、十分な知見がないのが現状であるが、これについては今後本法の殺菌原理の解明を含めて検討を行う予定である。

10⁷オーダーの大腸菌懸濁液を、本法で4.5s処理することで、>99.99%殺菌することが可能であったが、黄色ブドウ球菌では、同様の殺菌効果を得るのに約2倍の処理時間を必要とした。この結果は、紫外線ランプによる殺菌効果を検討した報告³⁾と同様な結果であった (同程度の殺菌効果を得るのに黄色ブドウ球菌の方が大腸菌より1.5倍強の処理時間を要する)。従って、本法における殺菌において、殺菌灯と同じ領域の光 (254nm付近) が果たす役割は大きいものと予想される。今後は、試験菌の種類を増やして確認を行う予定である。

本装置により発生する空気プラズマ光を、処理管内を通過する空気に照射することで、オゾンが生成することが確認できた。200nm以下の真空紫外光を酸素ガスに照射することでオゾンは生成可能である。市販のオゾンランプは、185nmの光の照射によってオゾンを生成しているが、本法により発生するプラズマ光にも、オゾン生成が可能な短波長の真空紫外光が含まれていると考えられる。但し、真空紫外光は、液体中で急速に減衰することから、本法での殺菌に果たす役割は大きくないと予想される。そこで、処理管内の液体に気泡を導入することでオゾン水を生成させ、それを殺菌に利用する併用処理の可能性を検討したが、その効果を確認することは出来なかった。これは、発生するオゾンの量が少ないことや、それを効果的に水中に溶存化出来なかったことが原因と思われる。また、気泡の挿入によってプラズマ光が散乱することで、光の直接的な殺菌作用が阻害されてしまう可能性もある。従って、現状ではこの現象を殺菌装置に応用することは難しいと考えられた。

本法により発生する空気プラズマ光には、光照射による直接的な殺菌作用の効果が小さい300~380nmの紫外光も多く含まれている⁴⁾。この波長の光は、酸化チタンによる光触媒反応の光源として利用可能なものである(実際の試験結果からも確認された)。300~380nmの光を利用して光触媒性能を発生し、300nm以下の光を透過するような酸化チタンコート処理管に施すことが出来れば、本法の殺菌効果を高めることが可能と考えられたが、酸化チタンのコーティングによって300nm以下の波長の光はほとんど透過しなくなった。従って、処理管への酸化チタンコートは、光の直接的な殺菌作用を阻害することから利用出来ないものと考えられる。光触媒の併用には、処理管内部へ、触媒担持材を挿入する方法が適当と思われるため、今後はこの方法を検討する予定である。なお、水溶液法により製膜した酸化チタンの光触媒活性は膜厚に関係なく総じて低いものであったことから、現状ではコーティング方法として不向きであった。

5. 結 言

無限長マイクロ波線路構造により、従来のマイクロ波利用の装置に比べシンプルな構成と操作性を実現したマイクロ波励起空気プラズマ光照射装置を製作した。制作した装置は、実用化を念頭に、電源やマグネトロン、コントロール部をプラズマチャンバー部と一体化したコンパクトな仕様とすると同時に、水殺菌効率を高めるため、プラズマチャンバー内の処理管形状を工夫した。本装置の基本的な殺菌性能を検討した結果、マイクロ波出力450W、真空度100Pa、流速2L/minの処理条件で10⁷オーダーの大腸菌懸濁液を>99.99%殺菌可能であった(プラズマ光照射時間4.5s)。また、黄色ブドウ球菌は、

大腸菌の約2倍の処理時間で同程度の殺菌が可能であった。本法により発生するプラズマ光が、空気中の酸素をオゾン化可能であることや、光触媒反応に利用可能であることが示されたが、オゾン生成を併用処理として利用することは出来なかった。一方、光触媒の併用については、処理管へのコーティングや水溶液法による製膜には有効な結果を得られなかったが、処理管内部へ触媒担持材を挿入することで殺菌性能を向上できる可能性があるため、今後引き続き検討する予定である。

参考文献

- 1) 渡辺誠・橋本卓也：山梨県富士工業技術センター研究報告, P.17-18 (2005)
- 2) Naoshi Ozawa・Yoichiro Kumazawa・Takeshi Yao : Thin Solid Films, Vol.418, P.102-111 (2002)
- 3) 金子光美：講座・消毒, 月刊浄化槽, Vol.28, No.220, P.35-41 (1994)
- 4) 高尾清利：山梨県富士工業技術センター研究報告, P.19-23 (2005)
- 5) 上塚洋・藤嶋昭：Journal of the Society of Inorganic Materials, Japan, Vol.11, P.347-353 (2004)

養魚用水殺菌の検討

水産技術センター

土田 奈々・三浦 正之・三井 潔

Investigation of Disinfection of Hatchery Water

Fish Technology Center

Nana TSUCHIDA, Masayuki MIURA and Kiyoshi MITSUI

要 約

無電極放電プラズマ光による水殺菌処理装置（以下「プラズマ光殺菌装置」という）の殺菌性能について基礎的知見を得る目的で、水カビ病に対する予防効果及び各種魚病細菌に対する殺菌効果を検討した。水カビ病原菌*Saprolegnia diclina*に対しては、20mL/s以下の流量で遊走子の発芽が抑制された。しかし、サケ科魚類卵に対する水カビ防除効果を検討したところ、15mL/sの処理流量では卵の水カビ発生は予防できなかった。魚病細菌に対しては、せつそう病の病原菌*Aeromonas salmonicida*（以下「*A. salmonicida*」という）、ビブリオ病の原因菌*Vibrio ordalii*（以下「*V. ordalii*」という）及び*Flavobacterium psychrophilum*（以下「*F. psychrophilum*」という）について殺菌効果を検討した。各細菌とも約 10^6 cfu/mLの懸濁液において、80mL/s以下の流量で100%の殺菌効果が得られたが、実用化には大量の用水を処理できる装置の開発が大きな課題と考えられた。

Abstract

Effect of preservation of aquatic fungi and disinfection of some fish-pathogenic bacterium diseases by electrodeless discharge plasma emission were investigated. Germination of zoospore of *Saprolegnia diclina* was inhibited by treatment of less than 20mL/s flow rate. But, fungi infection of salmon eggs was not prevented by treatment of 15mL/s flow rate. Suspension of *Aeromonas salmonicida*, *Vibrio ordalii* and *Flavobacterium psychrophilum* at the level 10^6 cfu/mL was sterilized by treatment of less than 80mL/s flow rate. It was considered essential that the problem to practical use was development of device that can sterilize more volumes of water.

1. 緒 言

近年、水産養殖においては、食の安全・安心に対する消費者の意識が高まってきており、薬剤の使用による病気の治療よりも、発生予防に重点を置いた薬剤に頼らない養殖技術が求められている。疾病の発生予防には、第一に病原菌に汚染されていない用水を使用することが基本となる。養魚用水の殺菌法としては、紫外線殺菌を用いた手法が各種魚類病原菌において検討されており^{1), 2), 3), 4)}、現在は広く普及している。しかし、ランプの交換などのメンテナンスが必要なため、より安価で効率的な殺菌手法が求められている。そこで本試験では、新たな殺菌システムとして各分野での応用が期待されているプラズマ光殺菌装置を用いて、マス類養殖において対策が急務となっている水カビ病に対する予防効果及びマス類に発生する主要な魚病細菌の殺菌効果について検討を行った。

2. 実験方法

2-1 水カビ病原菌に対する殺菌効果

供試菌は*Saprolegnia diclina* NJM0246を用いた。供試菌はGY寒天培地⁵⁾で15℃、5日間培養した後、菌株の集落を約8mm角に切り取り、GY液体培地に接種して2日間20℃で培養し、菌糸体を増殖させた。その後、菌糸体のみを寒天ブロックから切り取り、滅菌蒸留水で洗浄後、滅菌淡水中で1日静置して遊走子を産生させた。培養液中の遊走子数をNeubauer式血球計算板(IRIKA KOGYO)を用いて計測したところ、遊走子数は 2.5×10^3 個/mLであり、これを遊走子浮遊液として試験に用いた。

プラズマ光殺菌装置は内径12mm、全長500mmのU字管を2本クロスさせたU字管クロス構造の装置（以下「U字管殺菌装置」という）を使用した。使用時の条件は出力450W、真空度130paに設定し、作成した遊走子浮遊

液1Lを流量及び通過回数を変えてプラズマ光殺菌装置内を通過させ、照射処理を行った。通過回数は1回及び2回、通過流量は20mL/s及び40mL/sとした。2回通過させる場合は滅菌ガラス容器で通過した遊走子浮遊液を受け、再度装置を通過させ照射処理を施した。照射処理後は、水温の測定を行った。装置通過後の遊走子浮遊液は各試験区29mLを滅菌プラスチックシャーレに移し、GY液体培地1mLを加え、20℃で3時間静置後、無作為に100個の遊走子を選び、発芽の有無を計数した。その後は24時間後に再度発芽状況を観察した。

2-2 サケ科魚類卵に対する水カビ防除効果

第1回試験

第1回試験はガラス製容器に供試卵を収容し、インキュベーター内で管理する方法で行った。供試卵は水産技術センター忍野支所で採卵したニジマス *Oncorhynchus mykiss* の卵を用いた。供試卵は媒精後2時間吸水させた後、各試験区の飼育水を満たした1Lの滅菌済みガラス製容器に500粒ずつを収容した。

試験区は飼育水の種類と薬浴方法の組み合わせにより、照射区、対照区、薬浴区、薬浴処理照射区、薬浴処理対照区の5区を設定した。照射区はU字管プラズマ光殺菌装置を出力450W、真空度130paの条件に設定し、流量15mL/sで通過させて照射処理を施した井戸水を用いた。対照区は無処理の井戸水を使用した。薬浴区はパイセス（ノバルティス）100ppmで30分間の薬浴を毎日行い、薬浴後に無処理の井戸水に換水した。また照射区及び対照区と同じ条件で、収容前にパイセス100ppmで30分間の薬浴を1回行う区を、それぞれ薬浴処理照射区及び薬浴処理対照区とした。

卵を収容した容器は12.5℃のインキュベーターに収容し、エアーストーンでエアレーションを行いながら管理した。インキュベーターに収容する期間は受精後から発眼するまでの16日間とし、飼育水は試験期間中、毎日換水を行った。採卵から16日目に卵を取り出し、供試卵中の発眼卵の数から発眼率を求めた。また、水カビの付着した卵数を計数し、供試卵に対する割合から水カビ付着率を求めた。

計数後の発眼卵は、試験区別にプラスチック製のザルに収容して、プラスチック製のバットに並べ、12.5℃の井戸水をかけ流して管理した。採卵から30日後に孵化尾数を計数し、孵化率を求めた。なお、孵化率は発眼卵中に占める孵化尾数の割合として算出した。

第2回試験

第2回試験はFRP製タテ型孵化槽（アース）を用いて飼育水をかけ流して卵の管理を行った。第1回試験と異なり、第2回試験では、プラズマ光殺菌装置は内径8mm、全長500mmのストレート管を6本並列に配置した構

造の装置（以下「ストレート多管殺菌装置」という）を使用した。

供試卵は水産技術センター忍野支所で採卵したスチールヘッド *Oncorhynchus mykiss* の卵を用いた。供試卵は第1回試験と同様に吸水した後、各試験区約800粒を木枠とトリカルネットで作成した小型の孵化盆（13cm×14cm×2.5cm）に収容し、100ppmパイセスで30分間の薬浴を行った。薬浴後の供試卵を入れた孵化盆はFRP製タテ型孵化槽の1区画に収容し、各試験区の飼育水を流量15mL/sでかけ流して管理した。

試験区は照射区、薬浴区及び対照区の3区を設定した。照射区はストレート多管殺菌装置を出力450W、真空度130paの条件で15mL/sで通過させた井戸水を飼育水として用いた。薬浴区はパイセス100ppmで30分間の薬浴を毎日行い、薬浴時以外は無処理の井戸水を使用した。対照区は無処理の井戸水のみを用いた。水温は各試験区とも12.5℃で管理した。

タテ型孵化槽に収容する期間は受精後から発眼までの16日間とし、16日目に卵を取り出し、第1回試験と同様に発眼率及び水カビ付着率を求めた。その後は第1回試験と同様に管理を行い、孵化率を算出した。

2-3 魚病細菌に対する殺菌効果

供試菌は2005年にヤマメ *Oncorhynchus masou masou* から分離した *A. salmonicida* OTH0509、2005年にニジマスから分離した *V. ordalii* OTH0515及び *F. psychrophilum* OTH0504を用いた。 *A. salmonicida* 及び *V. ordalii* はトリプトソーヤ寒天培地（ニッスイ）で20℃、48時間培養後、 *F. psychrophilum* は改変サイトファーガ寒天培地〔trypton (2g/L), yeast extract (0.5g/L), meat extract (0.2g/L), anhydrous sodium acetate (0.2g/L), bact agar (15g/L)〕で18℃、72時間培養後、実験に供した。培養した各供試菌は滅菌淡水に10⁶cfu/mL前後になるように懸濁させ供試菌液とした。

プラズマ光発生装置はストレート多管装置を出力450W、真空度130paの条件で稼働させ、流量を変えて供試菌液を通過させて照射処理を行った。通過流量は20mL/sから装置の処理上限である200mL/sまでとした。対照区はプラズマ光殺菌装置を稼働させずに装置内を同様の流量で通過させた。通過後の菌液は10倍量希釈系列を作成し、50μLを平板培地上に塗抹する方法で生菌数の測定を行った。

3. 結果

3-1 水カビ病原菌に対する殺菌効果

遊走子に対する発芽阻止効果を表1に示した。対照区が20mL/s及び40mL/sにおいてそれぞれ78~95%と高い発芽率を示したのに対して、水量40mL/sの1回通過

では68%と顕著な発芽抑制効果は現れなかったものの、2回通過では5%と高い抑制効果がみられた。20mL/sにおいては1回通過のみで5%と高い抑制効果が現れた。2回通過後の水温を測定したところ、照射区においては40mL/sで1.4℃、20mL/s1.0℃の水温上昇がみられた。また、24時間後に菌糸の状態を観察したところ、対照区では菌糸が繁茂していたのに対し、20mL/s1回通過及び2回通過では殆ど菌糸の伸長が確認されなかった。

表1 遊走子に対する発芽阻止効果

流量	通過回数	試験区	発芽率 (%)	処理後水温 (℃)
20mL/s	1 pass	照射区	5.0	20.7
		対照区	85.0	20.0
	2 pass	照射区	4.0	21.3
		対照区	95.0	20.2
40mL/s	1 pass	照射区	68.0	20.9
		対照区	78.0	20.5
	2 pass	照射区	5.0	21.7
		対照区	80.0	20.0
無処理			98.0	20.3

3-2 サケ科魚類卵に対する水カビ防除効果

第1回試験

ニジマス卵の発眼率、水カビ付着率及び孵化率を表2に示した。発眼率は30.0~49.8%と全体的に低めであったが、対照区が35.6%であったのに対して、毎日薬浴を行った薬浴区では49.8%と有意に高くなった (χ^2 検定, $p<0.01$)。その他の試験区では有意差はみられなかった (χ^2 検定, $p>0.05$)。水カビ付着率は対照区の13.8%と比較していずれの試験区も有意に低い結果となった (χ^2 検定, $p<0.01$)。孵化率は薬浴区の85.5%が対照区の69.7%に対して最も高い結果となった。

表2 ニジマス卵に対する水カビ防除効果

試験区	発眼率 (%)	水カビ付着率 (%)	孵化率 (%)
照射区	30.0	7.2**	84.7**
薬浴区	49.8**	0.0**	85.5
薬浴1回 処理照射区	40.8	2.4**	74.0**
薬浴1回 処理対照区	39.6	1.6**	89.9**
対照区	35.6	13.8	69.7

** : 対照区に対して有意な差が見られた区 (χ^2 検定, $p<0.01$)

第2回試験

スチールヘッド卵の発眼率、水カビ付着率及び孵化率を表3に示した。発眼率はいずれの区も対照区と比較

して有意な差はみられなかった (χ^2 検定, $p>0.05$)。水カビ付着率は薬浴区は0.0%であったのに対し、照射区は25.0%で対照区の27.6%と比較して有意差はみられなかった。孵化率は90.2~93.3%と各区で差はなかった。

表3 スチールヘッド卵に対する水カビ防除効果

試験区	発眼率 (%)	水カビ付着率 (%)	孵化率 (%)
照射区	64.5	25.6	90.2**
薬浴区	72.5	0.0**	93.3
対照区	69.1	27.6	92.0

** : 対照区に対して有意な差が見られた区 (χ^2 検定, $p<0.01$)

2-3 魚病細菌に対する殺菌効果

魚病細菌に対する殺菌効果を表4~5に示した。3種類の病原菌とも、40及び80mL/sの流水量において100%の殺菌効果が確認された。160mL/sの流水量では *A. salmonicida*, *V. ordalii* 及び *F. psychrophilum* でそれぞれ、97.74%, 93.48%, 99.09%の殺菌率となった。

表4 魚病細菌に対する殺菌効果 (*A. salmonicida*)

流水量 (mL/s)	生菌数 (cfu/mL)		殺菌率 (%)
	対照区	照射区	
40	6.0×10^6	0	100.0
80	5.9×10^6	0	100.0
160	3.2×10^6	7.2×10^4	97.74
200	6.8×10^6	1.4×10^4	97.91

表5 魚病細菌に対する殺菌効果 (*V. ordalii*)

流水量 (mL/s)	生菌数 (cfu/mL)		殺菌率 (%)
	対照区	照射区	
40	1.3×10^5	0	100.0
80	2.8×10^4	0	100.0
160	4.9×10^6	3.2×10^5	93.48
200	2.3×10^6	2.8×10^4	98.75

表6 魚病細菌に対する殺菌効果 (*F. psychrophilum*)

流水量 (mL/s)	生菌数 (cfu/mL)		殺菌率 (%)
	対照区	照射区	
40	3.1×10^6	0	100.0
80	5.3×10^6	0	100.0
160	1.2×10^6	2.9×10^4	98.77
200	2.1×10^6	3.7×10^4	99.09

4. 考察

本試験で用いたプラズマ光殺菌装置は紫外線を主とした波長の光を照射することにより、通過する用水の殺菌を行う装置である。試験2-1では、照射処理後に最大1.7℃の水温上昇がみられたが、遊走子の発芽に影響を与えない範囲の温度であることから、本試験での遊走子の発芽阻止はプラズマ光照射によるものと考えられる。そのため、試験2-1の結果から20mL/s以下の流量でU字管殺菌装置を通過させれば、用水中の水カビ遊走子は殺菌が可能であり、また、ストレート多管殺菌装置についても構造上U字管殺菌装置よりも殺菌効果が高いことから、同様に遊走子の殺菌は可能であると推察された。

この結果に基づいて、サケ科魚類卵を用いた試験では遊走子の発芽阻止が確認された20mL/sよりもさらに流量を絞り、15mL/sの条件で実施した。しかし、第1回試験では対照区と比較して水カビ付着率が有意に低くなったものの、第2回試験では対照区とは有意差がなく、水カビ蔓延は防ぎきれない結果となった。

原因としては、用水以外からの水カビ侵入の可能性が考えられる。プラズマ光殺菌装置で照射処理を行うことにより用水中の遊走子は殺菌可能であっても収容前から卵に付着している水カビ菌糸や遊走子が殺菌されていないため、水カビの発生が阻止出来なかった可能性が高い。今回の試験では、その影響を考慮して卵の収容前にパイセスによる薬浴を行って収容した。パイセスは発眼期まで毎日薬浴を行うことにより水カビの発生を阻止する薬品であるが、1回の薬浴のみでは、卵表面や死卵内部に入り込んだ水カビの殺菌が不十分であった可能性が高い。

水殺菌により魚卵の水カビを抑制する手法については、紫外線殺菌装置や光触媒システムによる用水中の水カビ病原菌の殺菌によりその付着率の減少を示唆する報告³⁾⁶⁾もあるが、水カビの発生を大幅に抑制する効果は認められていない。理由としては、水自体に殺菌力がないため一度侵入してしまった水カビ病原菌を殺菌することができないことが挙げられる。そのため、孵化槽中の魚卵における水カビの繁殖は、卵の収容密度、換水率及び水カビの付着した卵の混入状況によって左右され、条件により効果が異なることが予測される。

また、本試験では孵化水槽の複数ある区画のうち1区画のみに卵を収容して試験を行ったが、一般の養魚場では下流の複数の区画にも卵を収容している場合が殆どである。そのため、上の段では水カビの発生が抑制されていても、下流の区画に行くに従って、死卵等から供給される遊走子の量が多くなり、水カビが蔓延する恐れも生じる。したがって、本装置を遊走子を殺菌できる流量で用いたとしても、卵管理条件も様々な養魚場で水カビの

防除手法として使用するのには難しいと考えられる。

魚病細菌に対する殺菌効果については、各細菌とも40mL/s及び80mL/sで100%の殺菌効果が得られたことから、80mL/s以下の流量でストレート多管殺菌装置を用いれば、用水中の3種の魚病細菌は殺菌可能である。

この結果から、プラズマ光殺菌装置が紫外線殺菌灯に変わる用水殺菌手法となりうるかについて検討を行った。魚病細菌に対する紫外線の感受性については木村ら¹⁾は紫外線殺菌装置を用いた試験を行い、*A. salmonicida*を含む5種の魚病原菌において $1.0 \times 10^5 \sim 1.0 \times 10^7$ cfu/mLの懸濁液を用いたところ流量約141mL/s、紫外線照射量 $22,300 \mu W \cdot \text{sec}/\text{cm}^2$ で99.99%以上の殺菌効果が認められたと報告がある。また、佐々木ら⁴⁾は15Wの殺菌灯を用いて水深10cmの*A. salmonicida*菌液に対して水面上20cmからの紫外線照射を行ったところ、止水中では105cfu/mLの菌液6Lに対して、10秒間の照射で、流水では103~104cfu/mLの菌液に対して、5,000mL/sまでの流量で100%の殺菌が可能であったと報告している。

本試験では装置内部での照射量が測定できなかったため、定量的な比較は困難である。しかし、現時点ではコスト及び殺菌効率の点において、本試験で用いたプラズマ光殺菌装置が紫外線殺菌装置よりも優れていると言えない。

本試験ではプラズマ光殺菌装置を用いることにより、病原菌フリーの用水を供給することは可能であることが明らかになった。しかしながら、大量の用水を必要とする養魚現場での実用化については安価で処理流量の高い装置の開発が大前提となる。また、養魚用水の殺菌については長期間に渡って常に一定以上の強さの光で殺菌を行うことが求められるため、長期間安定した波長の光を供給できる装置の開発が望まれる。

5. 結言

無電極放電プラズマ光による水殺菌処理装置を用いて、水カビ病に対する予防効果及び各種魚病細菌に対する殺菌効果を検討した。

水カビ病に対する予防効果については、水カビ原因菌*Saprolegnia diclina*を用いた試験及びサケ科魚類卵を用いた試験を実施した。40mL/sにおける2回通過及び20mL/sにおける1回以上の通過で遊走子の発芽が抑制された。

サケ科魚類卵に対する水カビ防除効果を15mL/sの処理流量で検討したところ、止水で行った試験では対照に比べ有意に水カビ付着率が低くなったが、流水で行った試験では対照区との有意差はなく、魚卵の水カビの発生は予防できない結果となった。魚病細菌*Aeromonas salmonicida* *Vibrio ordalii*, *Flavobacterium*

*psychrophilum*について殺菌効果を検討した。各細菌とも約106cfu/mLの懸濁液において80mL/s以下の流量で100%の殺菌効果が得られた。

水カビ病の予防に関しては用水殺菌による完全な発生阻止が困難であることから、本装置の殺菌効率を上げたとしても、実用化は困難である。魚病細菌に対しては一定の効果が得られたものの、現時点では紫外線殺菌灯以上のコストと殺菌効果が望めない。本装置の養魚への応用については安価でメンテナンスの軽減を図った、処理流量の高い装置の開発が求められる。

参考文献

- 1) 木村喬久・吉水守・田島研一・絵面良男・坂井稔：日本水産学会誌, Vol.42, No.2, P.207-211 (1976)
- 2) 木村喬久・吉水守・田島研一・絵面良男：魚病研究, Vol.14, No.3, P.133-137 (1980)
- 3) 木村喬久・吉水守・阿刀田光紹：魚病研究, VOL.14, No.3, P.139-142 (1980)
- 4) 佐々木治雄・本西晃・武居薫：長野県水産試験場研究報告第2号, P.37-45 (1990)
- 5) 畑井喜司雄・江草周三：魚病研究, Vol.13, No.3, P.147-152 (1979)
- 6) 青島秀治：富士養鱒場だより, 184号, P.1-3 (2005)

ソバもやし水耕栽培における微生物の増殖とフローラ

山梨大学医学工学総合研究部・ワイン科学研究センター
高柳 勉・齋藤 誠也

Microbial Growth and Flora in Buckwheat (Soba) Sprouts

Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering &
The Institute of Enology and Viticulture, University of Yamanashi
Tsutomu TAKAYANAGI and Seiya SAITO

要 約

プラズマ水殺菌システムをソバもやし栽培の水供給に利用するための基礎データとして、ソバもやし栽培中の微生物の増殖とフローラを検討した。ソバもやしの植物体には、栽培初期（2日目）から $10^6 \sim 10^7$ cfu/gFWの一般細菌が検出され、栽培期間を通してほぼ一定であった。また、蛍光灯による光照射は、一般細菌数に影響しなかった。ソバもやしから分離した代表的な3種類の菌の16S rRNAの部分塩基配列を解析し、データベースと比較したところ、*Escherichia*属 (99.8%)、*Enterobacter*属 (99.6%)、*Pantoea*属 (99.6%) と高い相同生が示された。

Abstract

Microbial growth and flora attached to buckwheat (soba) sprouts were investigated. The buckwheat sprouts examined consistently harbored 6 to 7 log cfu/gFW of native bacteria from 2 days after seeding to the harvest time. Irradiation with white light had no effect on the bacterial cell number in the buckwheat sprouts. Microbial flora in the buckwheat sprouts was analyzed by the method based on the partial nucleotide sequences of 16S ribosomal RNA gene. The sequences of three bacteria isolated from the buckwheat sprouts were highly homologous with that of *Escherichia* sp. (99.8%), *Enterobacter* sp. (99.6%) and *Pantoea* sp. (99.6%) .

1. 緒 言

もやしは、一般に豆・麦類などの種子を水に浸漬して発芽させたもので、調理材料として広く利用されている。もやしの製造は、28~40℃、湿度80~90%という高温・高湿の環境下で数日間の栽培を行うことから、微生物の増殖による問題が生じやすい。すなわち、もやしの生育を阻害する植物病害菌の増殖による生育不良や人にとって有害な食中毒菌の増殖などである。特に、ソバもやしのよう、サラダとして生食に用いるものは、食中毒菌による汚染は重大な問題となる。プラズマ水殺菌システムを利用して、もやし栽培用の水を効率的に殺菌できれば、このような微生物汚染を軽減すると同時に、水使用量を節約できると期待される。本研究では、プラズマ水殺菌システムをソバもやし栽培の水供給に利用するための基礎データとして、ソバもやし栽培中の微生物の増殖状況を検討した。すなわち、ソバもやし栽培中の一般細菌数の変化を測定し、その種類を16S rRNAをコードしているDNAの部分塩基配列から推定した。

2. 実験方法

2-1 ソバもやしの栽培

ソバもやしの種子を3時間浸漬後、水気をとり、1昼夜、低温（4℃）暗室で保存した。この種子をトレーのネットの上に均一に蒔き、水に種子が接触しない程度に水を入れた。種子は浸漬処理後に重さを測り、1トレーあたり100g播種した。トレーの上部を厚手のダンボール用紙で覆い、光を遮断し、25℃で栽培した。もやしの全長が10cm以上の大きさになったところで、ダンボールを取り除き、蛍光灯の直下30 cmの位置で光を照射した。

2-2 一般細菌数の測定

滅菌したピンセットを用いて、トレーよりソバもやしを取り出し、2.0gになるように調整した。バッグミキサー用破砕袋に2.0gの検体と滅菌水20mlを入れ、バックミキサー装置 (MinMix, アズワン) を用いて、破砕した（強さ 8, 1 min）。破砕溶液1.0mlを滅菌した 9 mlの生

理食塩水 (NaCl 8.0g, KCl 0.2g, Na₂HPO₄ · 12H₂O 3.58 g, KH₂PO₄ 0.24g, 滅菌水 1.0L) に加えて, 10倍希釈溶液を作成した. 以後同様に, 10²倍から10⁷倍の希釈系列を作成した. それぞれの希釈液から1.0ml取り出し, 滅菌シャーレの中で50℃に保温しておいた9.0mlの標準寒天培地「ダイゴ」(日本製薬)と混ぜ合わせた. 暫く静置して, 培地が凝固したら, シャーレのフタを閉め, パラフィルムを巻き, 25℃で48時間培養した. それぞれのプレート上に出現したコロニーを計数し, 各菌数を colony forming unit / g of fresh weight (cfu / g FW) として表した.

2-3 DNA解析

もやしの製造工程において発生する一般的な細菌¹⁾, *Pseudomonas* (DQ133572), *Enterobacteriaceae* (DQ124676), *Acinetobacter* (DQ130041), *Moraxella* (AY880059), *Flavobacterium* (M59053) の16S rRNA をコードする遺伝領域の塩基配列をデータベースより入手し, 全ての菌に共通して存在する部位よりプライマーを設計した (Esc16S-FW, 5'-CCA GAC TCC TAC GGG AGG CA-3'; Esc16S-RW, 5'-ACA TGC TCC ACC GCT TGT GC-3'). ソバもやし培養5日目の10⁴倍希釈で発生した代表的な3つの菌を単離培養し, CTAB法²⁾にて, そのDNAを抽出した. このDNAサンプルと設計したプライマーを用いて, PCRを行なった. PCR増幅条件は, 94℃ 1分の前処理の後, 94℃ 1分, 61℃ 1分, 72℃ 1分のサイクルを35回繰り返し, 最後に72℃で7分保持した. 得られた増幅遺伝子の塩基配列は, National Center for Biotechnology Information (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) のデータベースと照合し, 相同率の高い上位3菌種を同定菌種とした.

3. 結果

3-1 ソバもやし生育中の一般細菌数の変化

ソバもやしに含まれる一般細菌数の変化を図1に示した. 中国産ソバもやしの生菌数は播種1日目から9日目まで測定し, 光照射は8日目から行なった. 国産信州大ソバの生菌数は2日目から8日目まで測定し, 7日目から光照射を行なった. 両者とも, 生菌数は栽培初期(2日目)に10⁶~10⁷cfu/g FWとなり, その後, 栽培期間を通してほぼ一定であった. また, 光照射による生菌数の変化は見られなかった.

3-2 ソバもやしから検出される細菌のDNA分類

図2は, 栽培5日目のソバもやしから抽出した液の培養プレート(10⁴倍希釈)に発生したコロニーを示している. 丸印を付けた代表的な3つの菌からDNAを抽出し, 今回設計したプライマーを用いてPCRを行なっ

た(図3). 増幅したDNAバンドの塩基配列をNCBIのデータベースと照合した結果(表1), コロニー1は *Escherichia*属および *Enterobacter*属, コロニー2, コロニー3は *Pantoea*属と高い相同率を示した.

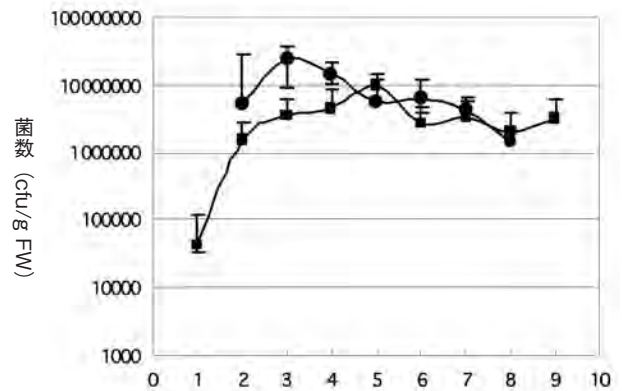


図1 ソバもやし生育中の一般細菌数の変化

■: 中国産ソバもやし; ●: 国内産ソバもやし

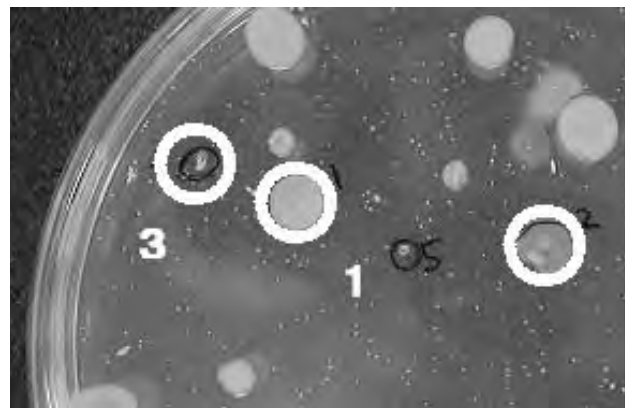


図2 栽培5日目のソバもやしのホモジナイズ液を培養したプレート(10⁴倍希釈)

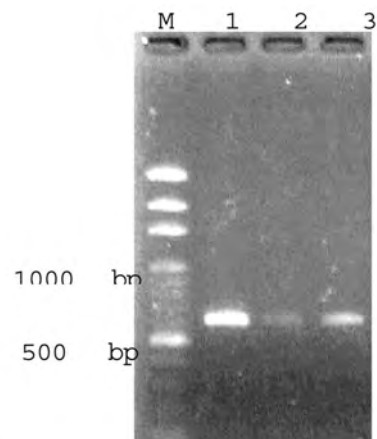


図3 増幅されたDNA断片のアガロース電気泳動
M, マーカー; 1~3, 図2のコロニー番号

表1 PCR増幅DNAの塩基配列と相同率の高い菌種

コロニー番号	菌種	相同率
	<i>Escherichia</i> sp. CPD32	99.8%
1	<i>Enterobacter endoymbiont of Metaseiulus</i>	99.6%
	<i>Escherichia senegalensis</i>	99.6%
	<i>Pantoea agglomerans</i>	99.6%
2	<i>Pantoea agglomerans</i> strain BJ-Tobacco	99.6%
	<i>Pantoea agglomerans</i>	99.6%
	<i>Pantoea ananatis</i> strain BD622	99.3%
3	<i>Pantoea ananatis</i> strain BD602	99.3%
	<i>Erwinia uredovora</i>	99.3%

4. 考 察

ソバもやしから検出される一般細菌数は、発芽初期(2日目)から、 $10^6 \sim 10^7$ cfu/gFWと高いレベルにあり、その後、大きな変化は観察されなかった。これは、種子に付着していた細菌が、ソバもやし栽培環境下で迅速に増殖し、その後、定常状態を維持していることを示している。一般に、種子に付着している微生物は*Bacillus* sp.などが多いが¹⁾、実際にソバもやしから検出される微生物は、*Escherichia* sp., *Enterobacter* sp., *Pantoea* sp. などであり、ソバ栽培環境に適した菌種が、特異的に増殖したと考えられる。

5. 結 言

ソバもやしの水耕栽培において、栽培初期から $10^6 \sim 10^7$ cfu/gFW程度の一般細菌が検出され、栽培期間を通してほぼ一定であった。今後、プラズマ水殺菌システムをソバもやしの栽培トレーと連結し、定期的にトレー下部の水を殺菌するとともに、トレー上部から水シャワーとしてソバもやしを洗浄するシステムを作成する。このシステムにより、ソバもやし栽培の水環境をどの程度クリーンにできるか、すなわち、問題となる微生物の増殖がどの程度低減されるかを検討する予定である。

参考文献

- 1) 宮尾茂雄・山本敦芳：New Food Industry, Vol.30, No.1, P. 27-30 (1988)
- 2) 向井譲・山本直樹：木本植物のDNA・RNA単離法, 秀潤社, P. 54-58 (1995)

栽培条件の異なるブドウ「甲州」を
用いたワインの個性化醸造技術の
確立に関する研究

収穫時期の早晚及びボルドー液散布の有無が醸造向け「甲州」の果実品質に及ぼす影響

果樹試験場

中込 一憲・小林 和司・齊藤 典義
三森真里子・古屋 栄

Influence of Harvest Time and Non-bordeaux Mixture Spraying on Berry Quality of 'Koshu' Grapevine for Wine.

Fruit Tree Experiment Station

Kazunori NAKAGOMI, Kazushi KOBAYASHI, Noriyoshi SAITO,
Mariko MITUMORI and Sakae FURUYA

要 約

醸造用「甲州」を用いて、収穫時期の早晚と糖度・酸含量及びボルドー液散布の有無と果汁中の銅イオン含量との関係を調査した。その結果、糖度は収穫期が遅くなるほど上昇したが、ボルドー液散布区は無散布区に比べ、やや低く推移した。一方、酸含量は、収穫期が遅くなるほど低下した。果汁中の銅イオン含量については、ボルドー液散布区で約6～15mg/Lの範囲で認められ、最終散布の2ヶ月後までは低下しなかった。

1. 緒 言

本県ブドウの主要品種である「甲州」は、生食醸造兼用品種であり白ワインの原料として栽培されてきたが、近年、輸入ワインの増加により醸造用原料としての需要が減少傾向にある。

その要因としては、「甲州」を原料とした白ワインは、オリジナル品種としての価値は高いが、果実香に乏しく、味わいも平板であるとされている。このため、消費者が要求する香味豊かなワイン作りが、ワインの消費拡大と「甲州」の醸造用原料への利用拡大を図るうえで重要である。そこで、収穫時期や栽培管理の異なる原料を用いて、「甲州種」から醸造される白ワインの香气成分の生成に及ぼす影響を明らかにするとともに、香气成分助長のための酵母選択・醸造条件など、新しいワインの醸造技術を確立する。

当场では、甲府市と県果樹試験場内の2圃場を供試し、収穫時期の早晚とボルドー液散布の有無が生育や果実品質に及ぼす影響を検討した。

2. 試験研究方法

2-1 試験ほ場及び供試樹

試験圃場は、甲府圃場（標高260m）の16年生ウイリスフリー樹と果試圃場（標高460m）の9年生ウイリスフリー樹の2圃場を供試した。

2-2 薬剤散布体系

ボルドー液散布の有無がワインの香气成分生成に及ぼす影響を確認するため、甲府圃場と果試圃場に、ボルドー液の散布区・無散布区を設けた。なお、散布区では5回のボルドー液散布を行い、無散布区ではボルドー液以外の薬剤を使用した（表1, 2）。

2-3 調査方法

(1) 生育調査

開花始期・満開期及び落葉後の新梢長割合を調査した。

(2) 果実の糖度・酸含量調査

果実の糖度・酸含量については、8月23日から約10日間隔で5回収穫した際に、各区5～7房を供試し調査した（表3）。

また、収穫最盛期（甲府圃場9/12 果試圃場9/20）に果実解体調査（各区10果房）を行った。

(3) 果汁中の銅イオン含量調査

ボルドー液の最終散布の約2週間後から2ヶ月後まで、各区5～7房を供試し、果房から果粒のみを採取し、約40%搾汁率で搾汁した果汁を試料とし、ICP発光分析法で定量した。

(4) 土壌調査

収穫後（10月20日）に土壌中の全C量・全N量・可給態P・置換性陽イオン（K, Ca, Mg）、pH（H₂O）を調査した。また、土壌に含まれる銅を測定するため

表1 甲府圃場の薬剤散布体系

5/5	ジマンダイセン水和剤1000倍	
5/20	ジマンダイセン水和剤1000倍加用スプラサイド水和剤 1500倍	
6/1	ホライズンドライフロアブル2500倍	
	ボルドー液	
	散布区	無散布区
6/7	① I C ボルドー66D40倍	
6/9	スプラサイド水和剤 1500倍	スプラサイド水和剤1500倍
6/20	ホライズン ドライフロアブル2500倍	ホライズン ドライフロアブル2500倍
6/24	② I C ボルドー66D40倍	
7/7	③ ”	アミスター10フロアブル 1000倍
7/28	④ ” 加用アディオン水和剤 2000倍	ストロビー ドライフロアブル2000倍 加用アディオン水和剤 2000倍
8/9	⑤ ”	ストロビー ドライフロアブル2000倍

* 両区で散布回数が異なったことから農薬費は算出せず。

表2 果試圃場の薬剤散布体系

4/6	ベンレート水和剤200倍加用石灰硫黄合剤20倍	
5/11	ジマンダイセン水和剤1000倍加用スプラサイド水和剤 1500倍	
5/30	ジマンダイセン水和剤1000倍加用モスピラン水溶剤 2000倍	
	ボルドー液	
	散布区	無散布区
6/24	① I C-ボルドー66D40倍	ホライズン ドライフロアブル2500倍
7/7	② ”	アミスター10フロアブル 1000倍
7/15	③ ”	”
7/28	④ ” 加用アディオン水和剤 2000倍	ストロビー ドライフロアブル2000倍 加用アディオン水和剤 2000倍
8/9	⑤ ”	ストロビー ドライフロアブル2000倍
10/21	スミチオン水和剤1000倍	スミチオン水和剤1000倍
農薬費	34,110円/10a	36,255円/10a

* 散布量：10a当たり300～400L (両圃場)

表3 各圃場の収穫期

収穫期	1回	2回	3回	4回	5回
甲府圃場	8/23	9/2	9/12	9/22	10/3
果試圃場	8/30	9/9	9/20	9/30	10/11

に、過塩素酸で12時間加熱後、水で希釈し I C P で測定した。

3. 結果

3-1 生育調査

甲府圃場 (260m) と果試圃場 (460m) では標高差により生育差が見られ、満開期は甲府圃場が6日程度早かった。落葉後の新梢の長さ別割合は、果試圃場では1.5m以上の新梢が35%、1m未満の新梢が45%に対して、甲府圃場では5%と75%で、甲府圃場の樹勢は、果試圃場より明らかに弱かった (表4)。なお、何れの区も病害虫の発生は少なく、ボルドー液の有無による発生の差も見られなかった。

表4 生育調査結果 (2005)

	開花 始め期	満開期	新梢の長さ別割合 (落葉期)			
			1m未満	1~1.5	1.5~2.0	2.0以上
甲府圃場	5/27	5/30	75%	20%	4%	1%
果試圃場	6/3	6/6	45%	20%	14%	21%

3-2 収穫時期別の糖度・酸含量

慣行の収穫時期よりも20日程度早い、8月下旬より収穫を始め、糖度と酸含量の推移を調査した。

その結果、糖度は収穫時期が遅くなるほど上昇したが、両圃場ともボルドー液散布区は無散布区に比べ、やや低く推移した。また、両圃場間では果試圃場が1～2度前後高く推移した。

一方、酸含量はこれとは逆に、収穫時期が遅くなるほど低下した。この傾向は、圃場の違い、ボルドー液の有無に関係なくほぼ同様であった (図1, 2)。

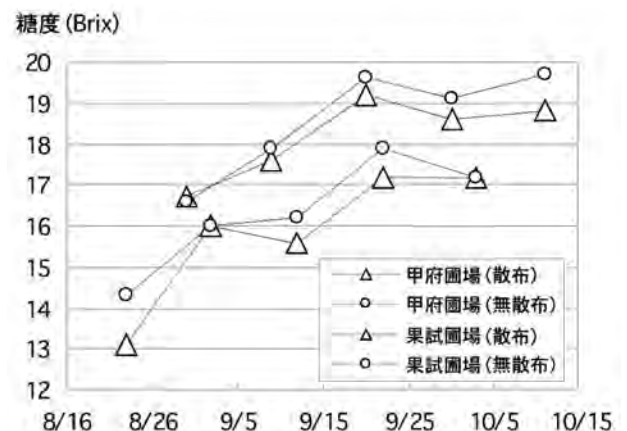


図1 果汁糖度の推移 (2005)

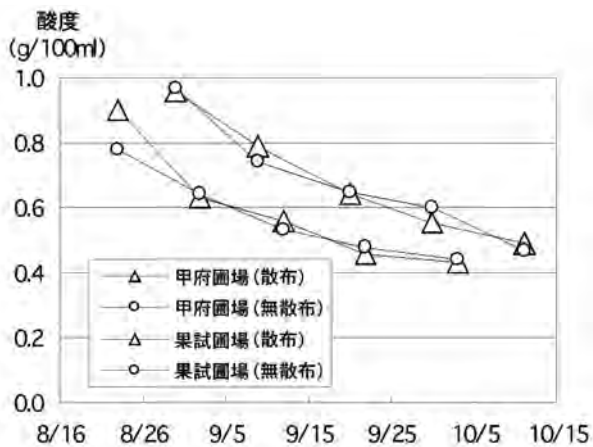


図2 果汁酸度の推移 (2005)

3-3 果実の解体調査

ボルドー液散布の有無による、果実品質への差は認められなかった。なお、果実糖度は、果試圃場が高かったが、このことは、果試圃場の収量が約1,700kg/10aに対して、甲府圃場では約3,000kg/10aであったことが影響したと考えられる。

表5 果実解体調査結果 (2005)

圃場	調査日	処理区	果房長 cm	果房重 g	着粒数 粒	果粒重 g	着粒密度 粒/cm	糖度 Brix	酸度 g/100ml
甲府圃場	9/12	散布区	21.2	411.6	95.2	4.4	5.6	16.3	0.52
		無散布区	21.3	345.5	87.2	4.1	4.8	16.4	0.45
果試圃場	9/20	散布区	17.9	335.8	76.0	4.6	5.4	17.7	0.68
		無散布区	19.8	346.0	86.4	4.3	5.3	18.4	0.57

3-4 ボルドー液散布と銅イオン含量

果汁中の銅イオン含量は、ボルドー液散布区で明らかに高く、その濃度は約6~15mg/Lの範囲で認められ、両圃場間においても大差はなかった。また、銅イオン含量は最終散布の2週間後から2ヶ月後まで低下しなかった (表6)。

表6 果汁中の銅イオン量

採取日	甲府圃場		果試圃場		
	散布	無散布	散布	無散布	
Cu (mg/L)					
8月23日	6.34	0.87	8月30日	7.98	0.64
9月2日	12.28	0.51	9月9日	6.05	0.64
9月12日	10.02	0.71	9月20日	9.08	0.49
9月22日	14.99	0.45	9月30日	11.81	0.54
10月3日	7.58	0.50	10月11日	9.01	0.68
平均	10.24	0.61	平均	8.78	0.60

3-5 土壌調査

甲府圃場では、基準値に比べカリ含量がやや低く、リン酸含量は上層・下層で差が見られた。また、果試圃場ではpHが低い傾向であった。

なお、両圃場とも土壌中の銅含量に大きな差が見られなかった (表7)。

4. 考察

甲州を原料としたワインの、香気成分生成と関係があるとされている収穫期をかえて糖度・酸含量を調査した。

その結果、収穫期が遅くなるほど、いわゆる成熟するほど糖度が上がることはこれまでの結果と同様であった。

しかし、いずれの収穫期においてもボルドー液散布区は両圃場とも無散布区よりも糖度は低く推移したが、このことについては更に検討する。

また、香気成分の生成を阻害すると言われていたボルドー液中の銅イオンについては、その散布により比較的高濃度で、しかも長期に残留することが確認された。今後の調査においてボルドー液散布の有無と香気成分との関係が明らかになった場合、病害防除法についても検討していきたい。

表7 試験園の土壌分析結果 (2005年10月20日採取)

地点	深さ	pH	置換性陽イオン(mg/100g)			可給態リン酸(mg/100g)	全含量		過塩素酸可溶Cu(mg/kg)
			CaO	K ₂ O	MgO		C(%)	N(%)	
甲府圃場 (有)	5~15cm	5.4	584.4	18.5	74.5	104.6	1.51	0.16	174.5
〃 (有)	20~30cm	6.4	465.9	8.1	81.3	16.5	1.30	0.09	113.9
〃 (無)	5~15cm	6.2	662.8	27.7	89.6	125.0	1.46	0.15	199.6
〃 (無)	20~30cm	5.5	513.6	10.2	97.5	10.8	1.10	0.08	123.2
果試圃場 (有)	5~15cm	5.3	411.4	29.5	56.5	87.0	2.69	0.21	217.1
〃 (有)	20~30cm	5.7	355.6	16.8	47.6	53.0	1.77	0.15	209.3
〃 (無)	5~15cm	5.4	571.7	32.4	71.4	150.6	3.91	0.34	218.9
〃 (無)	20~30cm	5.2	263.5	18.2	39.1	19.8	0.81	0.07	185.3

5. 結 言

初年度の結果ではあるが、甲府圃場と果試圃場の2圃場を供試し、ブドウ「甲州」の、収穫時期の早晚と糖度・酸含量との関係を明らかにした。また、ボルドー液散布の有無と果汁中の銅イオン含量を調査し、散布区では比較的高濃度で含まれ、最終散布の約2ヶ月後までは低下しないことが確認された。

ボルドー液散布の有無や収穫時期の違いによる 甲州種白ワインの小規模試験醸造

工業技術センター

樋川 芳仁・飯野 修一・中山 忠博・荻野 敏

Experimental White Winemaking from Koshu Grape differs with Bordeaux Mixture Dusting of Existence and Harvest Time

Industrial Technology Center

Yoshihito HIKAWA, Shuichi IINO,

Tadahiro NAKAYAMA and Satoshi OGINO

要 約

栽培管理や収穫時期の異なるブドウ「甲州」を原料とする同一酵母による白ワインの小規模試験醸造を行った。各「甲州」の果汁は、県内2箇所の圃場、ボルドー液散布の有無、および収穫時期を5期とし実験に供した。その結果、供試果汁の糖酸比（Brix/総酸）は、圃場間に差異があるが、ボルドー液散布の有無による差が認められなかった。18℃の庫内で発酵させた場合、発酵末期の各果モロミの還元糖量の変化から、ボルドー液散布の有無や収穫時期の違いにより発酵速度が異なることが認められた。それぞれの「甲州」を用いて醸造したワインは、甘味と酸味のバランスに大差が認められた。

を比較したので報告する。

1. 緒 言

ブドウ「甲州」を原料とした白ワインは、オリジナルワインとしての価値が高いが、果実香に乏しく、味わいも平板なものが多い。現在、香味の賦与のために、酵母との接触期間を長くするシュール・リーや木の香味を賦与する樽発酵、樽貯蔵及び果皮や種子と接触を長くする「かもし発酵」も行われているが、さらなる新規な醸造方法の開発¹⁾が期待されている。

本研究では、味覚が繊細である日本人の嗜好に合う良質なワインを醸造することを目的として、ブドウの栽培管理や収穫時期など栽培条件の異なる原料ブドウが甲州種白ワインの香り成分の生成に与える影響を検討し、ブドウ栽培とワインに賦与された香り成分との関係を解明するとともに、香り成分助長のための酵母選択、各種醸造条件の設定及び生成ワインの品質保持方法について、新しいワインの醸造技術を確立する。

平成17年度は、栽培条件の違うブドウ「甲州」の果汁を用いた白ワインについて、繊細でまろやかな香味をより多く引き出すことを目的に、「甲州」の果汁は、県内の平坦地と中間地の2ヶ所の圃場、ボルドー液散布の有無、および収穫時期を5期とし、それぞれの「甲州」を用いて使用酵母及び発酵室内の温度を同じとし、小規模醸造試験を行った。各供試果汁成分、発酵末期における各果モロミの還元糖量の変化、生成ワインの一般成分

2. 実験方法

2-1 供試圃場

試験区の圃場は、標高260mの平坦地（甲府市里吉、以下「甲府圃場」という）と、山梨市の万力山地の標高460mに位置する中間地（山梨県果樹試験場内、以下「果試圃場」という）を供した。標高差があることから、6日程度の生育差（開花日始め）であった。

2-2 供試ブドウ及びその薬剤散布体系

供試ブドウは、甲府圃場内で栽培された1区内（45m²）の16年生のブドウ「甲州」（ウイルスフリー樹）4樹、果試圃場内の9年生の同ブドウ1樹をそれぞれ実験に供した。供試ブドウの薬剤散布体系は、両圃場内においてボルドー液の無散布及び散布の区画である。すなわち、甲府圃場では1区内を1/2に区切った2樹の箇所、果試圃場では1樹の一部に、それぞれボルドー液を使用しない殺菌剤を代わりに散布した「ボルドー液無散布区」と、対照として甲府圃場では1区内の他方の2樹の箇所に、果試圃場では同一樹の他方に、それぞれ各5回のボルドー液を含む薬剤散布が行われた「ボルドー液散布区」を供した。なお、果試圃場の無散布及び散布の区画では傘かけも行われた。

2-3 供試ブドウの収穫時期と各搾汁液の調製

供試ブドウの収穫時期は、両圃場のボルドー液の無散布及び散布の区画からほぼ10日間隔の各5期で収穫を行い、それぞれ収穫時期別の搾汁液を調製した。すなわち、甲府圃場では8月23日、9月2日、9月12日、9月22日及び10月3日、果試圃場では8月30日、9月9日、9月20日、9月30日及び10月11日に収穫し、各ブドウ約15kgを除梗・破碎後、小型水圧式圧搾機によりピロ亜硫酸カリウム (100ppm) を加えながら搾汁率58~63%の搾汁液を得た。

2-4 ワインの小規模試験醸造

原料ブドウの「甲州」の果汁を用いたワインの小規模試験醸造の醸造条件は、上記の各搾汁液に比重換算によって蔗糖を転化糖分22%になるよう添加して、10L容ガラスビンに8Lを採取し供試果汁とした。各供試果汁に市販の乾燥酵母 (zymaflore VL3) を 10^6 個/mL以上の酵母密度になるよう添加し、18°Cの庫内で発酵させた。各モロミの還元糖が1g/Lに達した段階で発酵終了とした。

2-5 果モロミの澱引き・ろ過

発酵が終了した各果モロミに遊離亜硫酸が30mg/Lになるようピロ亜硫酸カリウムを加えて澱引きを行い、メンブランフィルター (ポアサイズ: $0.8\mu\text{m}$, ADVANTEC CELLULOSE ACETATE) でろ過し、生成ワインの分析試料等とした。

2-6 各果汁 (搾汁液) の成分分析

果汁の比重は、国税庁所定分析法²⁾によった。果汁糖度 (Brix) は、デジタル屈折計 (Atago, PR-101 α)、pHは、pHメーター (堀場製作所, F-21) でそれぞれ測定した。総酸は、果汁10mLを分取し、1/10N-NaOH溶液でpH8.4まで滴定し、得られた値を酒石酸に換算して示した。

2-7 果モロミの還元糖

発酵末期の果モロミ中の還元糖は、試料を遠心分離 (3000rpm-10min) 後、得られた上澄液をソモギー変法³⁾で測定した。

2-8 生成ワインの成分分析

生成ワイン中の比重、アルコール、エキス及び総酸は、国税庁所定分析法²⁾によった。

3. 結果及び考察

3-1 供試ブドウの果汁成分

甲府及び果試の圃場における供試ブドウの果汁成分

の比重、果汁糖度 (Brix)、pH、総酸 (T-A) および糖酸比の分析結果を表1及び表2に示した。一般に、醸造用ブドウの収穫時期⁴⁾は、ブドウの糖と酸、さらにpHのバランスが大切であるため、屈折糖度計で測定した果汁糖度と総酸 (糖酸比) やpHを参考に決められることが多い。比重及び糖度は増し、総酸は減少し、pHは上昇の傾向であるが、それぞれの値の圃場間の様相が異なった。両圃場の供試ブドウのボルドー液散布の有無の区画から各収穫時期の異なる果汁中の糖酸比を求め比較すると、甲府圃場ではボルドー液の無散布及び散布区がそれぞれ11~31及び12~31、果試圃場では両区がそれぞれ15~34及び15~34と、いずれも収穫期間中徐々に増加したが、圃場間の差異が大きかった。両圃場ともボルドー液の無散布及び散布区による供試果汁の糖酸比の値に差がほとんど認められなかった。

表1 甲府圃場の供試ブドウの果汁成分

ボルドー液	収穫期	比重	Brix	pH	T-A	糖酸比
						%
無散布区	8/23	1.058	14.2	2.84	1.25	11
"	9/2	1.064	15.3	3.03	0.88	17
"	9/12	1.068	16.2	3.17	0.70	23
"	9/22	1.071	17.1	3.25	0.61	28
"	10/3	1.074	17.8	3.29	0.58	31
散布区	8/23	1.058	13.9	2.88	1.20	12
"	9/2	1.063	15.2	3.06	0.83	18
"	9/12	1.068	16.0	3.21	0.67	24
"	9/22	1.070	16.8	3.27	0.59	28
"	10/3	1.074	17.7	3.31	0.57	31

表2 果試圃場の供試ブドウの果汁成分

ボルドー液	収穫期	比重	Brix	pH	T-A	糖酸比
						%
無散布区	8/30	1.066	16.4	2.99	1.10	15
"	9/9	1.073	16.9	3.16	0.82	21
"	9/20	1.074	17.8	3.27	0.68	26
"	9/30	1.080	19.0	3.36	0.61	31
"	10/11	1.081	19.5	3.41	0.57	34
散布区	8/30	1.066	16.5	3.00	1.11	15
"	9/9	1.072	17.1	3.18	0.81	21
"	9/20	1.076	18.1	3.26	0.68	27
"	9/30	1.080	19.0	3.35	0.61	31
"	10/11	1.081	19.2	3.42	0.57	34

3-2 発酵末期の各果モロミの還元糖量の変化

甲府及び果試の圃場における供試ブドウのボルドー液散布の有無や収穫時期別の同一酵母による果モロミの発酵経過を比較するため、発酵末期における各果モロミの還元糖含量の変化を図1及び図2に示した。発酵末期

の各モロミの還元糖（残糖分）が1g/Lに達するまでの酵母添加後の日数を求め比較した。その結果、甲府園場では10月3日に収穫した無散布区を除き19日から29日、果試園場では酵母添加後16日から29日の日数を要した。このことから、18℃の庫内で発酵させた場合、供試ブドウのボルドー液散布の有無や収穫時期によって各果モロミの発酵速度に影響を与えることを確認した。今後、ワインの味の辛口タイプを規定する場合、発酵末期における果モロミ中の残糖分が一つの目安になると思われる。

3-3 生成ワインの一般成分

各供試果汁から同一醸造条件により発酵後、生成したワイン中のアルコール、pH、総酸、色調（420nm）など一般成分の分析結果を表3及び表4に示した。そ

の結果、全試料中、アルコール分は、12.0～13.2%（平均12.7v/v%）と含量にバラツキがあり、pHは2.91～3.39（平均3.16）と、両園場とも収穫時期の1期のものが最も低く、徐々に高くなり、総酸（滴定酸度）は6.6～12.0（平均8.3g/L）と、1期のものが最も高く、徐々に低くなった。還元糖は0.67～1.60（平均1.00g/L）と、いずれも残糖分が少なく甘味と酸味のバランスに違いが大きく見られた。ボルドー液散布の有無によるアルコール分、pH及び総酸の値は、ほとんど差が認められなかった。色調（420nm）は0.032～0.053（平均0.043）と、両園場とも収穫時期の5期のものが最も高い値を示した。

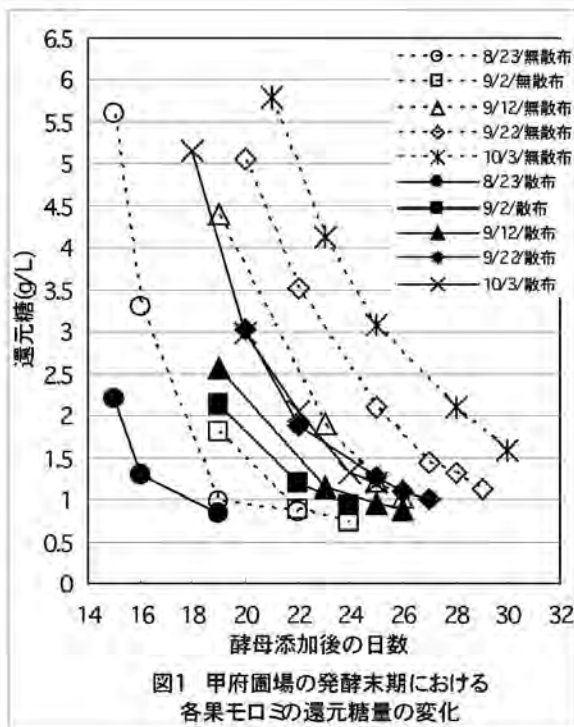


図1 甲府園場の発酵末期における各果モロミの還元糖量の変化

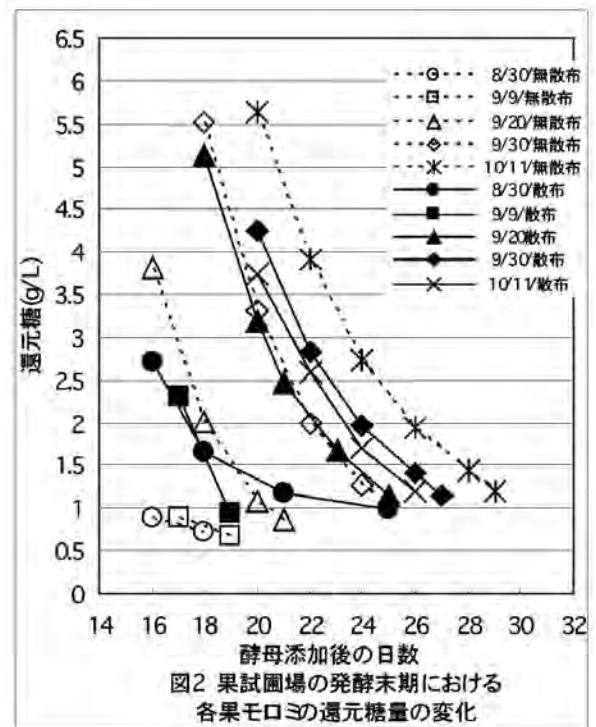


図2 果試園場の発酵末期における各果モロミの還元糖量の変化

表3 甲府園場の生成ワインの一般成分

ボルドー液	収穫期	比重	アルコール (V/V%)	エキス分 (%W/V)	還元糖 (g/L)	pH	総酸 (g/L)	色調 (O. D.)	
								420nm	530nm
無散布区	8/23	0.991	12.0	1.93	0.86	2.91	12.0	0.033	0.008
"	9/2	0.989	13.0	1.69	0.74	3.01	8.7	0.037	0.008
"	9/12	0.988	12.8	1.38	1.03	3.16	8.1	0.045	0.013
"	9/22	0.990	13.2	2.00	1.12	3.25	7.5	0.049	0.011
"	10/3	0.990	12.6	1.85	1.60	3.22	7.4	0.051	0.013
散布区	8/23	0.990	12.3	1.74	0.83	2.92	11.4	0.034	0.008
"	9/2	0.988	13.1	1.46	0.93	3.02	8.6	0.032	0.009
"	9/12	0.989	12.8	1.64	0.89	3.23	7.5	0.042	0.014
"	9/22	0.989	13.0	1.69	0.99	3.25	7.2	0.051	0.015
"	10/3	0.990	12.5	1.80	1.19	3.27	6.6	0.053	0.014

表4 果試圃場の生成ワインの一般成分

ボルドー液	収穫期	比重	アルコール	エキス分	還元糖	pH	総酸	色調 (O. D)	
			(V/V%)	(%)	(g/L)		(g/L)	420nm	530nm
無散布区	8/30	0.990	12.8	1.90	0.70	2.95	10.4	0.038	0.008
"	9/9	0.990	12.4	1.77	0.67	3.11	8.3	0.041	0.011
"	9/20	0.989	12.8	1.64	0.87	3.24	7.6	0.046	0.011
"	9/30	0.990	12.6	1.85	1.05	3.28	7.1	0.044	0.011
"	10/11	0.990	12.4	1.77	1.19	3.39	7.3	0.052	0.014
散布区	8/30	0.990	13.0	1.95	0.99	2.98	10.3	0.037	0.007
"	9/9	0.989	12.8	1.64	0.93	3.12	8.1	0.037	0.010
"	9/20	0.989	12.8	1.64	1.15	3.23	7.5	0.043	0.010
"	9/30	0.989	12.8	1.64	1.14	3.27	7.1	0.043	0.011
"	10/11	0.990	12.4	1.77	1.19	3.39	6.9	0.050	0.011

4. 結 言

原料ブドウは、県内2箇所のボルドー液散布の有無の圃場から収穫時期を5期とし、それぞれの‘甲州’を用いたワインの小規模試験醸造を行った。その結果、18℃の庫内で発酵させた場合、発酵中の各果モロミの還元糖量の変化から、原料ブドウのボルドー液散布の有無や収穫時期の違いにより発酵速度が異なることが認められた。生成ワインの酸味は、収穫時期の違いにより大差が認められた。今後さらに、栽培条件の違うブドウ‘甲州’の果汁特性を助長するワインの醸造技術を検討し、ワインの消費拡大と‘甲州’の醸造用原料への利用拡大を図る。

参考文献

- 1) 富永敬俊・ドゥニ・デュブルデュー：醸協，Vol.98，No.9，P.628（2003）
- 2) 注解編集委員会編：第4回改正国税庁所定分析法注解，（財）日本醸造協会（1993）
- 3) 小原哲二郎・鈴木隆雄・岩尾裕之：食品分析ハンドブック，建帛社，P.217（1977）
- 4) 横塚弘毅：醸協，Vol.94，No.11，P.874（1999）

香気成分のGC分析と官能評価

山梨大学
時友裕紀子

Aroma Constituents by Gas Chromatographic Analysis and Sensory Evaluation

University of Yamanashi
Yukiko TOKITOMO

要 約

原料ブドウがワインの香気成分に及ぼす影響について検討するため、各種条件下で栽培された「甲州」から醸造されたワインについてGC/Oによる香気分析と官能評価を行った。ワインの香気濃縮物のGC/O分析の結果、ボルドー液散布の有無がワインの果実香とかび臭に影響を与えることが示唆された。ワイン醸造関係者をパネルとして官能評価を評点法で行ったところ、果実香、柑橘様香気、花様香気、果梗臭について、数種のワイン間に有意差が認められた。

Abstract

This study compared the aroma components of Koshu wines made from grapes vinicultured under various conditions by application of gas chromatography/ olfactometry (GC/O) and sensory evaluation. The GC/O analysis of aroma concentrates of Koshu wines indicated differences in fruity and mold-like odors of wines made from grapes sprayed and non-sprayed any agrichemicals containing copper. Using scoring test performed with wine makers and researchers, aromas of several wines were evaluated as being significantly fruity, citrus-like, flowery and stem-like.

1. 緒 言

本県の主要ブドウ品種である「甲州」を原料としたワインは、従来、果実香に乏しく、平板な味わいのものが多いとされてきた。本研究は、良質な「甲州」ワインを醸造するための、ブドウの栽培および醸造技術の確立を目的とした。

研究の初年度にあたる平成17年度は、ブドウの栽培管理や収穫時期など栽培条件の異なる「甲州」を用いて醸造されたワインについて、GCを用いた香気分析と官能評価を行うことにより、原料ブドウがワインの香気に及ぼす影響について考察することとした。県内の2ヵ所の圃場、ボルドー液散布の有無、および5収穫時期の原料ブドウから醸造されたワイン20試料について、検討を行った。

2. 実験方法

2-1 試料

本年度用いた試料は以下のような条件で栽培されたブドウ（平成17年収穫）より醸造された20種のワインで

ある。（ ）内の語句を用いてサンプル名を表現した。たとえば、「甲州-有-3」は甲府圃場にてボルドー液散布で栽培され、9月12日に収穫されたブドウを用いて醸造されたワインを示す。

- ・栽培地（2カ所）：甲府圃場（甲府）、山梨県立果樹試験場圃場（果試）
- ・ボルドー液の散布の有無：散布区（有）、無散布区（無）
- ・ブドウ収穫時期（5期）：甲府圃場；8月23日（1）、9月2日（2）、9月12日（3）、9月22日（4）、10月3日（5）、果試圃場；8月30日（1）、9月9日（2）、9月20日（3）、9月30日（4）、10月11日（5）。

2-2 香気分析の方法

(1)香気成分の抽出・分画

香気成分の抽出にはエーテル・ペンタンによる溶媒抽出法を用いた。¹⁾ワイン200mLに食塩20gおよび内部標準物質シクロヘキサノール（1%水溶液20 μ L）を加え、精製エーテル・精製ペンタン（1：1）の混合溶媒200mLで振とう抽出を2回繰り返し、10%食塩水100mLでエーテル・ペンタン層を2回洗浄後、無水硫酸ナトリウ

ムにて脱水した。これを濾過後、常圧にて蒸留濃縮し、香氣抽出物を得た。香氣抽出物は酸臭が強く、GC分析の妨害となる揮発性脂肪酸が多く含有することが判明したため、炭酸水素ナトリウム水溶液とともに振とう抽出して、これを除去した除酸部を得、上記と同様の方法で、約100 mgまで蒸留濃縮した。これを香氣濃縮物として、以下のGC分析に供した。

(2)香氣濃縮物の分析

香氣濃縮物はGC/O (Gas chromatography/Olfacto-metry) 分析により、その香氣成分の分離と評価を行った。評価にはAEDA (Aroma Extract Dilution Analysis)²⁾を用いた。香氣成分の同定、推定はGC分析における各ピーク保持時間、においの性質の標準物質との一致およびGC/MS分析より得たマススペクトルデータによって行った。GC/O分析条件は以下の通りである。

GC: Agilent 6890 Series GC System

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

液相: DB-5

カラム温度: 40 $^{\circ}$ C (5 min hold) \rightarrow 240 $^{\circ}$ C (5 $^{\circ}$ C / min)

注入口: クールオンカラム注入口

注入口温度: 43 $^{\circ}$ C (5 min hold) \rightarrow 243 $^{\circ}$ C (5 $^{\circ}$ C / min)

検出器: FID (温度: 260 $^{\circ}$ C), FPD (温度: 250 $^{\circ}$ C)

キャリアーガス: He

試料注入量: 1 μ L

におい嗅ぎ装置: OP275 (ジ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に分岐し、さらにFIDとFPDへの流量は1:1に分岐した。

2-3 官能評価の方法

ワインの香氣について以下の方法で官能評価を行った。

(1)パネル 山梨県内のワイン醸造関係者

(2)評価方法 各ワインの香りをかいだ後、口に含み、トップノートと口中香を総合した印象を評点法にて評価した。質問項目は香りの強さ、果実香、柑橘様香氣、花様香氣、蜂蜜様香氣(甘い香り)、果梗臭、フェノール臭、異臭、香りの質の9項目である。このうち、香りの強さから異臭までは、非常に強い(+3)、かなり強い(+2)、やや強い(+1)、普通(0)、やや弱い(-1)、かなり弱い(-2)、非常に弱い(-3)の7段階評価とし、香りの質については、非常に良い(+3)、かなり良い(+2)、やや良い(+1)、普通(0)、やや悪い(-1)、かなり悪い(-2)、非常に悪い(-3)の7段階評価とした。

(3)解析方法 ボルドー液散布の有無および収穫時期の違いについて、t検定および分散分析により、有意差検定を行った。³⁾

3. 結果

3-1 AEDA法による香氣寄与成分の比較

後述する官能評価の結果、ボルドー液散布の有無について、果試で栽培され9月9日に収穫されたブドウを用いたワインの柑橘様香氣、花様香氣、果梗臭の3項目で有意差が認められたことから、果試-有-2と果試-無-2についてAEDA法を用いたGC/O分析を行った。結果を表1に示す。表中のFDファクターは、その数値が大きいほど、そのピーク(におい物質)のワイン香氣への寄与が大きいことを示唆している。

全体的な傾向として果実様香氣を示すエステル類やミント様、蜂蜜様の β -damascenoneの香氣が好ましく感じられた一方、3-methylbutanolの麦芽臭・不快臭やこげたにおい、煙のにおい、じゃがいも・味噌様、ほこりのおい、かび臭のピークも顕著であった。強いカラメル様の香りや2-phenylethanolのバラ様の香りも顕著であった。フェノール様のにおいの箇所も数カ所あり、2-methoxy-4-vinylphenol(4-vinylguaiacol)が同定された。

両者を比較すると、果試-有-2のほうが果試-無-2に比較して、かびくさいにおいやほこりのにおいのピークが顕著であった。また、果試-無-2のほうにエステル類による果実様の芳香が強い傾向にあった。

3-mercapto-1-hexanolと推定されるピークは存在していたが顕著な香りではなかった。

3-2 官能評価結果

各ワインの香氣について、県内のワイン醸造関係者による官能評価を評点法にて実施した。

(1)ボルドー液散布の有無

ボルドー液散布の有無について、t検定により有意差検定を行ったところ、5%の危険率で以下の試料間に有意差が認められた。

- ・香りの強さ 果試-5において、無散布(果試-無-5)が散布(果試-有-5)より香りが強い。
- ・果実香 甲府-2において無散布(甲府-無-2)が散布(甲府-有-2)より香りが強い。
- ・柑橘様香氣 果試-2において無散布(果試-無-2)が散布(果試-有-2)より香りが強い。
- ・花様香氣 果試-2において無散布(果試-無-2)が散布(果試-有-2)より香りが強い。
- ・果梗臭 果試-2において散布(果試-有-2)が無散布(果試-無-2)よりにおいが強い。
- ・異臭 甲府-4において散布(甲府-有-4)が無散布(甲府-無-4)よりにおいが強い。果試-5において無散布(果試-無-5)が散布(果試-有-5)よりにおいが強い。

(2)収穫時期の違い

収穫時期の違うワインの官能評価の平均値を用いて分散分析を行ったところ、5%の危険率で表2に示す試料に有意差が認められた。香りの強さについては果試-無、果実香については甲府-無、果試-無、柑橘様香氣につい

ては果試-無、異臭については甲府-無、香りの質については甲府-無、果試-無に、5%の危険率で各試料間に差があるという結果であった。

表1 果試-2のGC/O分析結果

No	RT (min)*	におい嗅ぎ口でのにおい	FDファクター**		同定・推定化合物
			ボルドー無	ボルドー有	
1	1.92	麦芽臭, 不快臭, 酸臭	4096	2048	3-methylbutanol
2	3.07	果実様	4		ethyl butanoate
3	3.57	果実様	1		
4	4.34	果実様	2	4	ethyl 2-methylbutanoate
5	4.54	果実様	1	2	
6	4.91	果実様	1	1	
7	5.16	果実様	1	1	
8	5.4	果実様, バナナ	128	32	3-methylbutyl acetate
9	6.6	せんべい, 飯のこげたにおい	4	4	
10	6.99	こげたにおい, 煙におい	8	1	
11	7.26	果実様	8		
12	9.45	じゃがいも, 味噌様	64	32	3-(methylthio)-1-propanol (methionol)
13	9.87	じゃがいも, 味噌様	16	8	
14	9.97	果実様	32	4	ethyl hexanoate
15	11.42	ほこり, かびのにおい	8		
16	12.39	味噌, イースト	4		
17	13.63	フェノール様	1		
18	13.8	バラ様	512	512	2-phenylethanol
19	15.5	カラメル, フラネオール様	16	8	
20	15.9	すっきりした甘い香	16	1	3-mercapto-1-hexanol
21	16.2	カラメル, ソトロン様	16	32	sotolon
22	18.78	ジャスミン, テルペンアルコール	16	16	geraniol
23	19.6	かびくさい	1	32	
24	19.8	甘い, 桜葉, 果実様	1	1	
25	20.1	白檀, お香, ほこり, フェノール	256	2048	2-methoxy-4-vinylphenol
26	21.3	イチゴ	2	2	
27	21.8	ラクトン様	2	2	
28	22	蜂蜜様, ミント様	4096	2048	β -damascenone
29	23	かび, けむり	4		
30	24.3	かびくさい	4		
31	24.69	甘い, いちご	1	2	
32	25.07	ほこり	4	2	
33	27.3	かびくさい	1	2	
34	31.2	お香, 甘い	2	1	
35	32.8	かび	1	1	
36	33.2	甘い	1	1	

*GC条件, カラム: 30m×0.32mm (i.d.), 膜厚0.25 μ m (J&W製), 液相: DB-5, カラム温度: 40 $^{\circ}$ C (5 min hold) →240 $^{\circ}$ C (5 $^{\circ}$ C/min)

**FDファクターは, 希釈無し (100mg) でGC注入した際ににおいが感じられた場合を×1とし, 順次2倍希釈をし, 常に同量 (1 μ L) をGC注入していくことにより求めた。

表2 ブドウの収穫時期の違いによるワインの官能評価結果 (有意差*のある試料)

		各収穫時期のワインの評点平均値				
		1	2	3	4	5
果試-無	香りの強さ	0.793a	0.621ab	0.138b	0.138b	0.448ab
甲府-無	果実香	-0.30ce	0.30d	-0.43ce	-0.07cde	-0.30ce
果試-無	果実香	0.50f	0.40f	-0.133ghi	-0.33fhi	-0.367i
果試-無	柑橘様香気	0.433j	0.433j	-0.23jlm	-0.37kl	-0.63lm
甲府-無	異臭	-0.567ns	-1.667or	-1.433pr	-1.567qr	-1.233rs
甲府-無	香りの質	-0.379t	0.448u	0.069tu	0.035tu	-0.069tu
果試-無	香りの質	0.633vw	0.767v	0.067wx	0.233vx	-0.033yx

*p<0.05で有意差あり

a~x: 異なった文字はその試料間に有意差があることを示す (p<0.05).

4. 考 察

GC/O分析の結果、3-methylbutanolの麦芽臭・不快臭や、2-phenylethanolのパラ様香気が顕著であり、この2物質の濃度が高過ぎるとワイン香気には好ましくないと考えられた。果試のボルドー液散布区に比較して無散布区に果実香が強く、かびくさいにおいやほこりのにおいが弱いことが観察された。また、両者の違いに影響を与えている未知成分の存在も明らかとなった。

官能評価でも無散布区のほうが散布区に比較して好ましい香気強い傾向にあり、ボルドー散布が香気に影響を与えていることが示唆された。果実香、柑橘様香気、花様香気、果梗臭について両者に有意差がある試料があったことは注目に値する。収穫時期の違うワイン間の比較については、官能評価において、ボルドー無散布区にのみ試料間に有意差が認められた。これは、収穫時期の違いによる香気特性の差はボルドー無散布の場合に顕著に現れることを示しており、興味深い。収穫時期の違うワインについては、現在AEDA法によるGC/O分析を進めるとともに、GC/O分析と官能評価結果との関連を検討中である。なお、本研究で、従来、ワインの評価法には用いられていない官能評価法を実施した結果、有意

差が認められる試料があったことから、今回の方法をさらに検討・改良することにより、新しいワインの評価方法として応用できると考えられた。

5. 結 言

3年計画の初年度の研究であり、また、原料ブドウの生育が天候に左右されることも考えて単年度の結果のみで判断するのは早計であるが、本年度の一連の研究により、ボルドー液散布の有無や収穫時期がワインの香気に影響を与えることが示唆された。また、ワイン香気に影響を与える既知および未知の香気成分の存在が明らかとなった。

参考文献

- 1) H. Guth: J. Agric. Food Chem., Vol.45, No.8, P.302-3026 (1997)
- 2) P. Schieberle: "Characterization of Food: Emerging Methods", ed. Gaonkar, A.G., Elsevier Science B.V., Amsterdam, P.403-431 (1995)
- 3) 古川秀子: おいしさを測る, 幸書房, P.33-41 (1997)

資 料

山梨県総合理工学研究機構設立の経緯

【平成15年度】

「総合理工学研究所のあり方研究会」の設置（庁内）及び開催

【平成16年度】

「山梨総合理工学研究所（仮称）検討委員会」の設置及び開催
（委員名簿は別表1）

第1回 平成16年7月27日
第2回 〃 9月14日
第3回 〃 10月22日
第4回 〃 12月21日

「山梨総合理工学研究所（仮称）庁内検討委員会」の設置及び開催

第1回 平成16年5月14日
第2回 〃 9月6日
第3回 〃 12月15日

「庁内検討委員会ワーキンググループ会議」の設置及び開催

第1回 平成16年8月19日
第2回 〃 9月27日

別表1 検討委員会委員名簿

氏名	役職
◎伊藤 洋	山梨大学理事・副学長
上野 昇	メルシャン(株) メルシャン勝沼ワイナリー ジェネラルマネージャー
風間 善樹	産業活性化研究所所長
加藤 正芳	(株)加藤電器製作所代表取締役社長
寺田 信幸	山梨大学総合分析実験センター助教授
○引馬 基彦	帝京科学大学理工学部バイオサイエンス学科長・教授
三好 正一	(株)ミヨシ取締役副社長
米田 和夫	日本大学生物資源科学部教授

(五十音順、役職名は平成16年7月現在、◎：委員長、○副委員長)

平成17年度 山梨県総合理工学研究機構の主な取組み

○山梨県総合理工学研究機構の設立

平成17年4月1日、山本栄彦知事出席のもと開所式を行った。

- ・所在地 山梨県工業技術センター内
- ・総長 大村 智 (社)北里研究所理事・所長)

○各試験研究機関の視察、訪問

大村智総長により、各試験研究機関が取り組んでいる研究テーマや施設設備等の把握のため視察、訪問を行った。

- ・期間 平成17年4月4日～5月9日 (6日間)

○「山梨県総合理工学研究機構運営委員会」の設置及び開催

(委員名簿は別表2)

総合理工学研究機構運営委員会設置規程に基づき運営委員会を設置、開催した。

- ・平成17年6月6日 第1回運営委員会開催
委員の委嘱(5名)及び委員長の選出(委員長;伊藤洋委員)
平成17年度の研究テーマ(5テーマ)についての意見、助言
- ・平成17年10月14日 第2回運営委員会開催
課題評価制度に基づく、平成18年度新規テーマについての事前評価
- ・平成18年3月1日 第3回運営委員会開催
平成19年度の研究テーマについての意見、助言

○「山梨県総合理工学研究機構研究テーマ等調整会議」の設置及び開催

(構成員名簿は別表3)

総合理工学研究機構研究テーマ等調整会議設置規程に基づき、各試験研究機関の長などによる調整会議を設置、開催した。

- ・平成17年 5月16日 第1回会議開催
- ・ " 6月30日 第2回 "
- ・ " 7月21日 第3回 "
- ・ " 9月16日 第4回 "
- ・ " 11月16日 第5回 "
- ・平成18年 1月25日 第6回 "

○ワーキンググループによる会議

必要に応じて適宜開催した。

別表2 運営委員会委員名簿

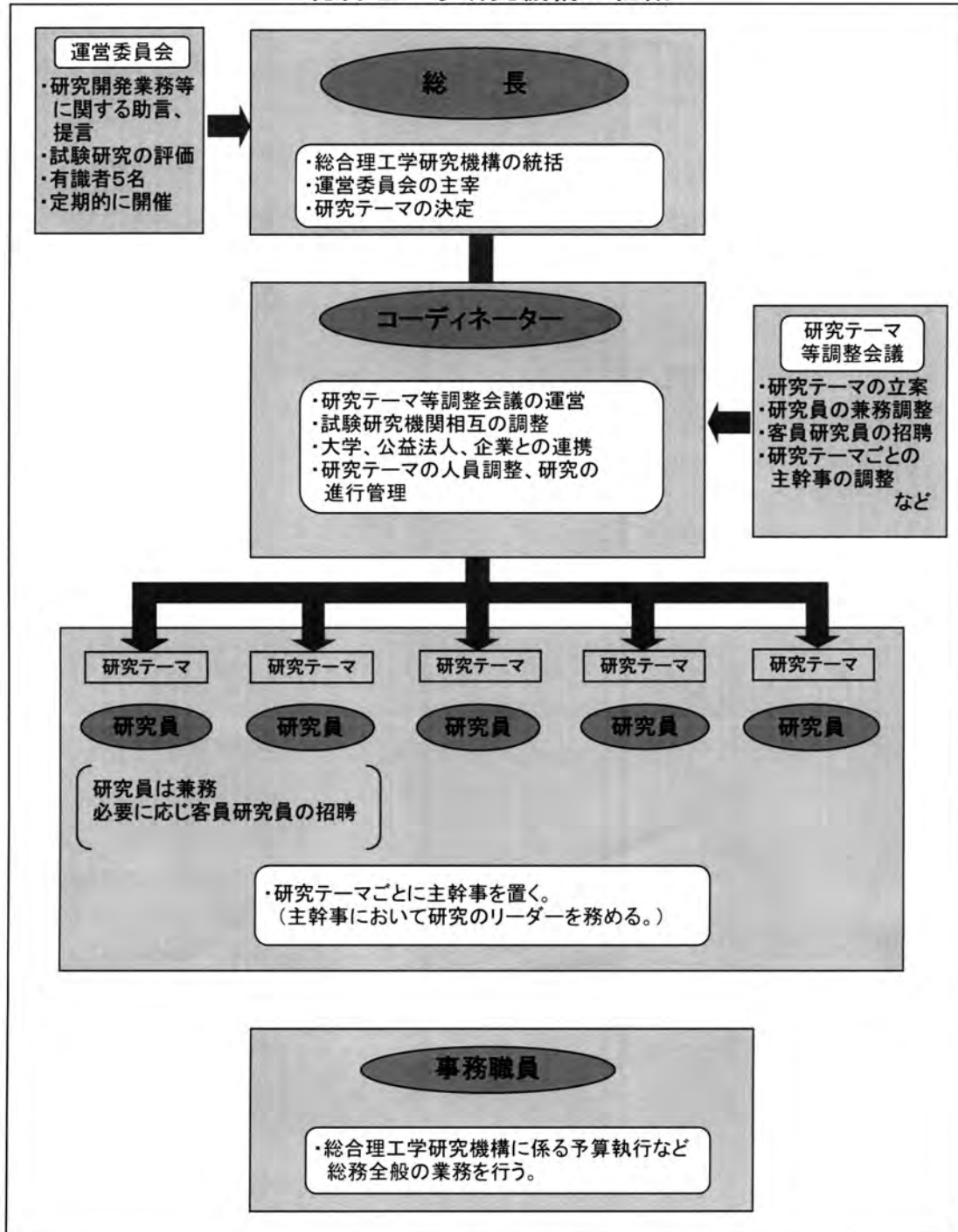
氏名	役職
◎伊藤 洋	関東IT支援NPO連絡協議会代表幹事、元山梨大学理事・副学長
○風間 善樹	産業活性化研究所所長、山梨県機械電子工業会会長
木村 光	(株)グリーンバイオ代表取締役社長、京都大学名誉教授
前田秀一郎	山梨大学大学院医学工学総合研究部長・医学部長・生化学教授
陽 捷行	北里大学教授、元独立行政法人農業環境技術研究所理事長

(五十音順、役職名は平成17年5月現在、◎：委員長、○副委員長)

別表3 研究テーマ等調整会議メンバー名簿

氏名	役職
藤原 恵治	衛生公害研究所長
小俣 一彦	環境科学研究所副所長
牧村 隆幸	森林総合研究所長
手塚 芳郎	工業技術センター所長
橘田 美	富士工業技術センター所長
芳賀 稔	水産技術センター所長
木下 耕一	総合農業試験場長
浅利 覚	果樹試験場長
渡辺 工一	畜産試験場長
小林 政雄	酪農試験場長
三井 正	総合理工学研究機構事務長
渡辺 和裕	総合理工学研究機構コーディネーター
功刀 能文	〃
鮎澤 信家	〃

総合理工学研究機構の組織



総 長 大村 智

事務長(兼) 三井 正

次 長(兼) 飯野 裕典

(総務スタッフ)

主 査 前島 斉

(コーディネーター)

特別研究員(兼) 渡辺 和裕

非常勤嘱託 功刀 能文

非常勤嘱託 鮎澤 信家

(研究スタッフ)

技術吏員(兼) 佐野慶一郎

技術吏員(兼) 小澤 雅之

技術吏員(兼) 桶川 芳仁

技術吏員(兼) 恩田 匠

技術吏員(兼) 木村 英生

技術吏員(兼) 渡辺 誠

技術吏員(兼) 萩原 義人

技術吏員(兼) 土田 奈々

技術吏員(兼) 竹丘 守

技術吏員(兼) 長坂 克彦

技術吏員(兼) 中込 一憲

技術吏員(兼) 横山 紅子

山梨県総合理工学研究機構研究報告書
第 1 号

Y-CROST Research Report 2006

2006年 8 月発行

編集・発行
山梨県総合理工学研究機構

〒400-0055 甲府市大津町2094
電話：055-243-6046
FAX：055-243-6047
e-mail：s-rikouken@pref.yamanashi.lg.jp

印刷 株式会社ヨネヤ

表紙デザイン：山梨県工業技術センターデザイン技術部