

# 果実の収穫適期の把握と 専用カラーチャートの開発

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



# ブドウ‘シャインマスカット’の収穫適期の把握と 専用カラーチャートの開発（第2報）

小林 和司<sup>1</sup>，宇土 幸伸<sup>1</sup>，鈴木 文晃<sup>2</sup>，串田 賢一<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>山梨県果樹試験場，<sup>2</sup>山梨県工業技術センター)

**要約** ブドウ‘シャインマスカット’専用の5段階のカラーチャートを試作した。このカラーチャートに基づき、果皮色と果実品質の関係について調査した結果、カラーチャート値が大きくなるほど糖度は高くなる。カラーチャート値3以上になると山梨県の収穫基準である糖度18Brixを越え、収穫時期の目安として利用できることが確認された。

## Development of the Color Chart and a Dedicated Grasp of Proper Time of Harvesting of Grape ‘Shine Muscat’ (2nd Report)

Kazushi KOBAYASHI<sup>1</sup>, Yukinobu UDO<sup>1</sup>, Fumiaki SUZUKI<sup>2</sup> and Ken-ichi KUSHIDA<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Yamanashi Fruit Tree Experiment Station, <sup>2</sup>Yamanashi Industrial Technology Center)

**Abstract** We developed the color chart only for a grape ‘Shine muscat’. The relation between a skin color and a sugar content was investigated using this color chart. A color chart value is greatly alike, therefore a sugar content becomes high. If it becomes a color chart value of three or more, sugar content 18Brix which is a crop basis of Yamanashi Prefecture will be exceeded. We checked that this color chart could be used as a standard of the harvest time of the ‘Shine muscat’.

### 1. 緒言

ブドウ‘シャインマスカット’（図1）は、果実品質と栽培性が優れている<sup>1)</sup>ことから、近年、全国的に生産量が急増している。山梨県においても黄緑色系の主力品種として位置づけられており、果実品質が優れたものを生産するため、果粒の大きさや糖度などの出荷基準を定めている。

一方、本品種は果皮色が黄緑色であることから、外観で熟度を判断することが難しく、栽培経験の浅い生産者は、未熟で食味の悪い果実を収穫してしまう恐れがある。

産地間競争が激化している昨今、‘果樹王国やまなし’のブランドイメージを守り、高品質な果実を提供するためには収穫適期の把握が重要となる。

このため、成熟期前後の果皮色と果実糖度、酸含量、総フェノール量の関係を明らかにし、果皮色から収穫適期を判断するための基準を策定する必要がある。

前報<sup>2)</sup>では、果皮色の判断基準となるカラーチャートの作成手法を示すとともに、果皮色と果実品質の関係について調査し、収穫時期の判断基準としてカラーチャートが利用できることを示した。

本研究では、前報で使用したカラーチャートを5段階に修正した第2版<sup>2)</sup>を供試し、果皮色と果実品質との関係について調査を行った。その結果、‘シャインマスカット’における収穫時期の判断基準を示すことができたので以下に報告する。

### 2. 実験方法

#### 2-1 供試樹の耕種概要

試験には、山梨県果樹試験場に植栽されている①10年生の短梢せん定樹（B46号園；露地栽培T-5BB台）、②14年生の長梢せん定樹（A39号園；雨よけ栽培T-5BB台）、③6年生の長梢せん定樹（A33号園；露地栽培T-5BB台）、④16年生の長梢せん定樹（A6号園；露地栽培T-5BB台）の果実を供試した。いずれの果実も「平成24年度シャインマスカットの栽培管理のポイント」<sup>3)</sup>に準じて無核栽培した。果実袋は、収穫約3週間前まで白色果実袋とし、除袋後はポリエチレン製乳白カサをかけて管理した。新梢管理や施肥、薬剤防除などの管理は慣行とした。

#### 2-2 果皮色と果実品質の関係

カラーチャートの適応性を確認するため、現地の様々な栽培条件を想定し、各供試樹の着果部位を次のとおり区分し、それぞれの部位から各5房をマーキングした。

①の供試樹：簡易雨よけ部位と露地部位

②の供試樹：棚が明るい部位（陽光が果実に直接あたる部位）と通常部位（果実が葉影下にある部位）及び第2回目GA処理をホルクロルフエニユロン液剤10ppm処理に変更した部位

③供試樹：通常部位

④供試樹：棚が明るい部位と通常部位

ベレーズン期の8月1日から7日間隔で、マーキングし

た各果実から2果粒づつ計10果粒を採取し、果皮色（CC値）、糖度、酸含量、総フェノール量、かすり症（果皮表面が茶褐色に変色する果面障害の仮称；図2）発生度を経時的に調査した。

果皮色の基準には、‘シャインマスカット’用カラーチャート第2版（図3）<sup>2)</sup>を用い、10果粒の果頂部の色を、果粉を拭き取らずに目視で判断した値を平均した。糖度は10果粒をまとめて搾汁し屈折計示度（アタゴ、



図1 ブドウ‘シャインマスカット’の果実



図2 かすり症（仮称）による果面障害

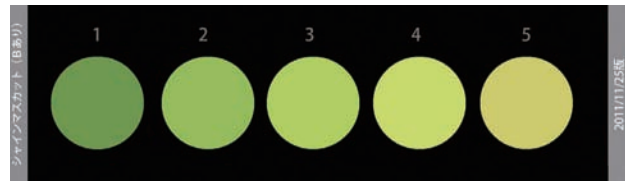


図3 ‘シャインマスカット’用カラーチャート（第2版）

PR-100)を用いて測定した。酸含量は、同じ果汁を0.05N-水酸化ナトリウムで中和滴定し酒石酸含量に換算した。

総フェノール量の測定は以下のとおりに行った。果粒の側面から直径10mmのコルクボーラーを用いて、1果粒から2枚、合計20枚の果皮を採取した。果皮は、果汁を十分に除去した後、-20℃で冷凍保存した。果皮サンプルに10mlの80%エタノールを加え、16時間、4℃、暗条件下に静置した。その後、30分間煮沸処理を行い、遠心分離（3000g、10分）後の上清を10mlに定容し、フェノール化合物抽出液とし、フォーリンチオカルト法（変法）により、総フェノール量を測定した。

かすり症発生度は目視で判断し、以下の式により算出した。

発生度 =  $(\sum (\text{発生粒数}) \times (\text{指数}) / (\text{前粒数}) \times 3) \times 100$ , 指数は「発生なし」を「0」、少発生を「1」、中発生を「2」、多発生を「3」とした。

### 3. 結果および考察

#### 3-1 果皮色と果実品質の関係

##### (1) 果皮色と果実品質の経時的変化

糖度、酸含量、果皮色、かすり症発生度及び総フェノール含量の推移を表1に示した。2012年は、天候に恵まれたため、いずれの供試樹でも糖度が上昇し、8月中下旬には18Brixに達し、最終的には25Brixを越えた供試樹もあった。カラーチャート値はいずれの供試樹でも成熟が進むにしたがって濃緑色から黄色へと変化した。これは、成熟に伴い、表皮細胞中の葉緑素が減少したことによるものと考えられる。棚の明るさの違いにより、カラーチャート値、糖度、酸含量、かすり症発生度には差が認められ、同時期の調査では明るい部位の方が、カラーチャート値、糖度、かすり症発生度が大きくなり、酸含量は少なくなる傾向であった。これは日照量が豊富な明るい部位の成熟が前進したこと、また、日射により葉緑素の消失が早まったためと考えられる。総フェノール量については、一般にアントシアニンやカテキンなどのポリフェノールは果皮が黒色や赤色のブドウに多く含まれ、成熟に伴い増加すること<sup>4)</sup>が知られているが、果皮色が黄緑色の本品種では、総フェノール量とカラーチャート値との間に相関は認められなかった。

表1 ‘シャインマスカット’ における糖度、酸含量、果皮色、かすり症発生度の推移 (2012)

栽培条件	棚の明るさ	調査項目	8/1	8/8	8/15	8/22	8/29	9/5	9/12	9/19	9/26	10/3	10/10
露地 (短梢)	普通	糖度(brix)	10.6	13.7	16.2	17.3	18.7	21.1	22.4	22.4	23.7		
		酸含量(g/100ml)	2.13	1.23	0.72	0.48	0.39	0.31	0.28	0.26	0.25		
		CC値	1.4	2.5	2.7	2.8	3.0	3.5	3.3	3.6	4.0		
		かすり症発生度			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0		
露地 (短梢) 簡易雨よけ	普通	糖度(brix)	10.1	13.9	15.7	17.2	18.8	20	21.4	23.5	23.7		
		酸含量(g/100ml)	2.34	1.28	0.79	0.60	0.40	0.35	0.32	0.31	0.31		
		CC値	1.2	1.5	1.9	2.1	2.4	2.6	2.6	2.9	3.2		
		かすり症発生度			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5		
雨よけ (長梢)	普通	糖度(brix)	11.9	13.7	15.3	16.9	18.6	20.5	21.7	22.8	23.7	24.9	25.5
		酸含量(g/100ml)	1.52	0.96	0.61	0.47	0.37	0.32	0.29	0.26	0.25	0.28	0.29
		CC値	1.2	1.5	1.9	2.3	2.5	2.7	3.0	3.1	3.5	3.5	3.7
		かすり症発生度			0.0	0.0	2.5	5.0	10.0	10.0	22.5	12.5	10.0
	普通(F10*)	糖度(brix)	10.6	12.8	14.5	15.9	17.8	19.3	20.9	21.3	22.9	23.9	24.7
		酸含量(g/100ml)	1.37	0.92	0.64	0.42	0.33	0.29	0.26	0.24	0.24	0.28	0.24
		CC値	1.0	1.1	1.4	1.6	1.9	2.2	2.3	2.5	3.0	2.9	3.2
		かすり症発生度			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	2.5	2.5
明るい	糖度(brix)	12.1	14.7	18.8	18.5	20.2	21.6	24.5	23.8	24.8	26	26.2	
	酸含量(g/100ml)	1.44	0.74	0.44	0.36	0.30	0.27	0.24	0.24	0.24	0.25	0.25	
	CC値	2.0	2.2	3.3	3.6	3.8	3.8	4.3	4.3	4.4	4.4	4.5	
	かすり症発生度			0.0	2.5	10.0	7.5	5.0	7.5	17.5	17.5	22.5	
普通(A33)	糖度(brix)	7.8	10.9	13.6	15.7	17.3	19	20.2	21.6	23	23.8		
	酸含量(g/100ml)	3.08	1.70	0.85	0.53	0.36	0.28	0.26	0.23	0.22	0.23		
	CC値	1.1	2.0	2.3	3.0	3.2	3.6	4.0	4.0	4.2	4.1		
	かすり症発生度			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	2.5		
露地 (長梢)	普通(A6)	糖度(brix)	11.3	13.9	16	17.7	19.1	20.4	21.7	22.7	23.6		
		酸含量(g/100ml)	1.75	1.00	0.60	0.45	0.39	0.35	0.26	0.26	0.26		
		CC値	1.0	1.5	2.3	2.5	2.8	2.7	3.1	3.3	3.7		
		かすり症発生度			0.0	0.0	2.5	5.0	2.5	5.0	17.5		
	総フェノール( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )	79.2	56.1	70.7	64.2	43.3	40.9	67.0	45.8	36.8			
明るい(A6)	糖度(brix)	14.3	16.3	18.4	19.8	22.9	24.1	25.7	25.8	25.6			
	酸含量(g/100ml)	0.99	0.57	0.34	0.25	0.23	0.19	0.21	0.17	0.19			
	CC値	1.9	3.6	4.2	4.3	4.7	4.7	4.9	5.0	5.0			
	かすり症発生度			2.5	2.5	2.5	0.0	0.0	2.5	12.5			

かすり症発生度:発生無し(0)～発生多(3), ( $\Sigma$ (発生粒数)×(指数))/(全粒数)×3)×100

F10:第2回目GA処理はフルメット10ppm処理

## (2) 果皮色と糖度の関係

2012年及び2011年に追跡調査した糖度の値とカラーチャート値との関係について図4に示した。なお、2011年の値は7段階のカラーチャートで測色した値を5段階の基準に換算した数値である。カラーチャート値が大きくなるにしたがって糖度が高くなった。カラーチャート値3を越えた75検体のうち62検体(82.7%)が18Brix以

上となった。

今回の調査においては、複数年次の様々な栽培環境下の果実を採取し測定していること、また、18Brixは県、JAが策定した「シャインマスカットの栽培管理のポイント」に示した収穫基準であること等から、今回使用した第2版のカラーチャートは収穫の目安として利用できるものと考えられる。

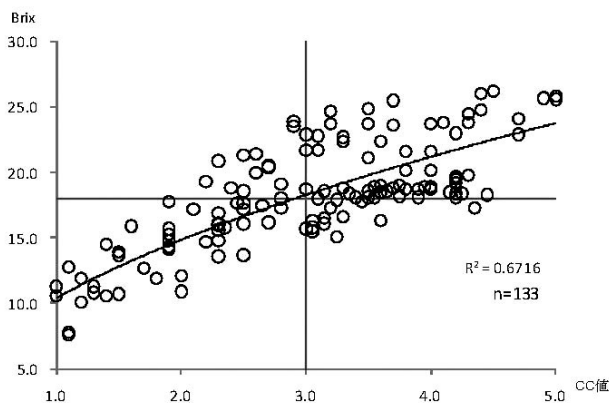


図4 ‘シャインマスカット’における果皮色と糖度の関係 (2011～2012)

### (3) 果皮色とかすり症発生度との関係

かすり症は果皮表面が褐変する障害である。発生すると果実の商品性を著しく損なうため、現在、対応策が求められている。カラーチャート値とかすり症発生度との関係を図5に示した。カラーチャート値が3を越えるとかすり症発生度が高まる傾向にあった。このことから、カラーチャート値3を目安に収穫することで、かすり症の経済的な被害を軽減できることが示唆された。なお、本症状は栽培環境や年次により発生程度は異なることが観察されており、発生原因は不明である。今後、原因の究明と対応策の確立が待たれる。

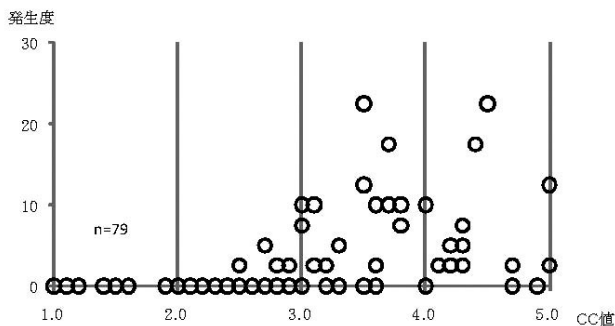


図5 ‘シャインマスカット’における果皮色とかすり症発生度の関係 (2012)

発生度：(Σ(発生粒数)×(指数)/(全粒数)×3)×100  
 指数；発生なし(0)～発生甚(3)

## 4. 結 言

5段階に修正した‘シャインマスカット’用カラーチャートを用いて、果皮色と果実品質を調査した。その結果、果皮色と糖度、かすり発生度との相関が認められ、果皮色による収穫基準を示すことができた。すなわち、果皮色がカラーチャート値3以上になると山梨県の収穫基準である糖度18Brixを越え、収穫時期の判断基準として利用できることを示した。今後、生産現場への普及

を想定し、実際の作業の状況に応じた適切なデザインへと修正し製品化していく予定である。

## 5. 謝 辞

本研究のコーディネーターとして、試験の進行や取りまとめに際し適切なお助言を頂いた総合理工学研究機構の市川和規特別研究員に深く感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 山田昌彦, 山根弘康, 佐藤明彦, 平川信之, 岩波宏, 吉永勝一, 小澤俊治, 三谷宣仁, 白石三樹夫, 吉岡美加乃, 中島育子, 中野正明, 中畝良二: ブドウ新品種 ‘シャインマスカット’, 果樹研究所研究報告, 第7号, P.21-38 (2008)
- 2) 小林和司, 宇土幸伸, 鈴木文晃, 串田賢一: ブドウ ‘シャインマスカット’ の収穫適期の把握と専用カラーチャートの開発, 山梨県総合理工学研究機構研究報告書第7号, P.75-78 (2012)
- 3) 平成23年度シャインマスカットの栽培管理のポイント: JA全農山梨県本部 (2011)
- 4) 伊藤慶昭, 福田博之, 垣内典夫, 荒木忠治: 果実の成熟と貯蔵, 養賢堂P.33-37 (1985)

## 成果発表状況

- 1) 小林和司, 宇土幸伸, 鈴木文晃, 串田賢一: ブドウ ‘シャインマスカット’ の収穫適期の把握と専用カラーチャートの開発, 園芸学会平成24年度秋季大会, 福井市 (2012)

# スモモ ‘サマービュート’ および ‘サマーエンジェル’ の 収穫適期の把握と専用カラーチャートの開発

富田 晃<sup>1</sup>, 萩原 栄揮<sup>1</sup>, 鈴木 文晃<sup>2</sup>, 串田 賢一<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>山梨県果樹試験場, <sup>2</sup>山梨県工業技術センター)

**要約** 山梨県のオリジナル品種である ‘サマービュート’ および ‘サマーエンジェル’ を適切な時期に収穫することを目的として、果皮色から収穫適期を判断するために開発されたカラーチャートの実用性を評価した。カラーチャートを使って実際に ‘サマービュート’ および ‘サマーエンジェル’ の果皮色判定に使用する中で検討を加えながら、試作版のカラーチャートを評価した。さらに、‘サマーエンジェル’ の追熟特性について、果実品質や果皮色、機能性成分の変化を調査した。

## Development of the Color Chart and a Dedicated Grasp of Proper Time of Harvesting of Plum ‘Summer Beaut’ and ‘Summer Angel’

Akira TOMITA<sup>1</sup>, Eiki HAGIHARA<sup>1</sup>, Fumiaki SUZUKI<sup>2</sup>, Ken-ichi KUSHIDA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yamanashi Fruit Tree Experiment Station, <sup>2</sup>Yamanashi Industrial Technology Center

**Abstract** We have evaluated the usefulness of the color chart has been developed for the purpose of the harvest in a timely manner ‘Summer Beaut’ and ‘Summer Angel’ are a cultivar original in Yamanashi Prefecture, to determine the proper time of harvesting from skin color. In addition, while the study used to determine the skin color of ‘Summer Beaut’ and ‘Summer Angel’ actually using the color chart, we have evaluated the trial version of the color chart. In addition, the ripening characteristics of ‘Summer Angel’, we have investigated the peel color change and fruit quality, functional ingredients.

### 1. 緒言

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

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

ラーチャートの開発を行なう。

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

### 2. 実験方法

#### 2-1 試作カラーチャート(第2版)の適応性

試験にはY字形整枝の8年生 ‘サマービュート’ および ‘サマーエンジェル’ を各2樹供試した。適熟前後の果実を第2版のカラーチャート値1~5の色調に基づいて、果実を収穫した。

果皮色については、サマービュート’ は着色しない部分の地色を、サマーエンジェル’ は着色部を、色彩色差計(KONICA MINOLTA CR-400)で果皮色のL\*a\*b\*値を測定した。果実品質は、果実重、硬度、糖度、酸度、着色、食味を調査した。糖度は、果汁の可溶性固形物含量を糖度計(ATAGO PAL-1)で測定し、屈折計示度で示した。硬度はユニバーサル硬度計で、果実赤道部を測定した。酸度は、pH試験紙(ADVANTEC BCG)で果汁のpH値を測定した。着色は1(劣る)~5(優れる)の5段階の指数で評価した。食味は同一被験者による官能試験で評価し、6段階の指数で示した。

機能性成分のうち、ポリフェノール含量は、フォーリンチオカルト法により、果肉の新鮮重あたりのポリフェ

ノール含量に換算して求めた。果皮の総アントシアニン含量は、分光光度計 (NanoDrop) を用いて、抽出液の520nmの吸光度を測定し、Cyanidin-3-glucoside chlorideの検量線 ( $y=163.29x$ ) によりアントシアニン濃度を求め、果皮の新鮮重あたりのアントシアニン含量に換算した。

## 2-2 収穫後の追熟特性の把握

立ち木仕立て開心自然形の8年生‘サマーエンジェル’ (おはつもも台) を2樹供試した。第2版のカラーチャート値2~4の果実をそれぞれの色調に合わせて収穫した。収穫した果実は20℃の温度条件下に置いて追熟させた。果実品質、果皮色の色調の変化を処理当日、2日後、4日後で比較した。調査は、2-1の方法に準じて行った。

## 2-3 試作カラーチャート (第2版) の実用性の評価

生産現場や指導現場での実用性を評価するため、果樹担当の普及指導員とスモモ産地のJA営農指導員の計21名を対象に以下の4つの質問を設定してアンケート調査を行った。

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

# 3. 結果

## 3-1 試作カラーチャート (第2版) の適応性

試作カラーチャート (第2版) を使って収穫した‘サマービュート’の果実品質の推移を表1に示した。

カラーチャート値2を基準にした収穫では、糖度は11.8Brixであったが、食味は6段階の指数で0.9と低かった。カラーチャート値3で収穫すると、糖度は12.9Brixで、カラーチャート2を基準に収穫した場合より、1.1Brix向上し、食味は3.9で著しく向上した。さらにカラーチャート値4での収穫では、糖度が13.6Brix、食味が4.2となり、果実品質はさらに向上した。

表1 カラーチャートを使った‘サマービュート’の果実品質の推移

カラーチャート値	果実重 (g)	硬度 (kg)	糖度 (Brix)	酸度 (pH)	食味 (指数)
1	134.6	2.4	10.0	3.4	0.5
2	155.2	2.1	11.8	3.7	0.9
3	179.1	1.8	12.9	3.8	3.9
4	197.8	1.7	13.6	4.0	4.2
5	208.6	1.6	14.6	4.1	4.3

食味の指数は0 (劣る) ~ 5 (優れる) の6段階評価で示した。調査は1が7/12, 2が7/15, 3が7/19, 4が7/24, 5が8/3に行った。

表2 カラーチャートを使った‘サマーエンジェル’の果実品質の推移

カラーチャート値	果実重 (g)	硬度 (kg)	糖度 (Brix)	酸度 (pH)	着色 (指数)	食味 (指数)
1	169.9	2.3	14.2	3.9	1.9	0.3
2	176.7	2.0	13.2	3.9	2.5	3.0
3	182.0	2.0	14.2	4.0	4.8	3.9
4	159.4	1.9	14.6	4.0	4.8	4.3
5	152.7	1.7	15.4	4.7	5.0	4.6

着色、食味の指数は0 (劣る) ~ 5 (優れる) の6段階評価で示した。調査は1が7/24, 2が7/26, 3が7/26, 4が7/28, 5が8/3に行った。

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

カラーチャート値2を基準にした収穫では、糖度は13.2Brixで、食味は6段階の指数で3.0とカラーチャート値1による収穫より食味が向上した。カラーチャート値3で収穫すると、糖度は14.2Brixで、カラーチャート2を基準に収穫した場合より、糖度は1.0Brix、食味は0.4向上した。カラーチャート値4では、糖度が14.6Brix、食味が4.3となり、果実品質はさらに向上したが硬度は0.1kgに低下した。カラーチャート値を基準にした収穫で、‘サマービュート’の果皮はカラーチャートの基準値が変わると地色の変化を示すa\*値とb\*値が変化した。L\*値と $\Delta E^*ab$ 値は、カラーチャート値1からカラーチャート値2で僅かに変化した。それ以外では一定の傾向は認められなかった (表3)。

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

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

表3 ‘サマービュート’の果皮色の变化

カラーチャート値	L*	a*	b*	$\Delta E^*ab$
1	65.0	-12.6	24.8	70.7
2	68.7	-10.1	26.3	74.3
3	68.0	-7.7	28.2	74.0
4	68.9	-7.4	28.2	74.7
5	67.7	-6.4	31.5	74.9

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

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



表4 ‘サマーエンジェル’の果皮色の变化

カラーチャート値	L*	a*	b*	ΔE*ab
1	51.3	4.7	21.8	55.9
2	47.6	12.3	18.5	52.5
3	42.2	20.8	8.2	47.7
4	37.8	25.1	5.1	45.6
5	35.9	21.3	3.0	41.8

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

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

表5 ‘サマービュート’の機能性成分の変化

C.C値	anthocyanin量 (果皮)	Total phenol (果肉)
	μg/g (DW)	mg/g (DW)
2	0	19.0
3	227.6	17.6
4	506.6	17.3

表6 ‘サマーエンジェル’の機能性成分の変化

C.C値	anthocyanin量 (果皮)	Total phenol (果肉)
	μg/g (DW)	mg/g (DW)
2	81.2	20.8
3	129.2	25.1
4	280.6	23.3

### 3-2 収穫後の追熟特性の把握

‘サマーエンジェル’の収穫後の果実品質の変化を比較し、表7に示した。カラーチャート値2による収穫では追熟しても糖度はほとんど変化しなかったが、食味は追熟によって向上した。カラーチャート値3による収穫では、収穫の時点で高品質であることから、追熟による果実品質の変化は僅かであった。カラーチャート値4で収穫した果実は、追熟によって糖度、食味とも向上したが追熟後の硬度は4日後に1.7kgとなりカラーチャート値2、3で収穫した場合より、やや軟化が進んだ。

表7 カラーチャートを使った‘サマーエンジェル’の果実品質の推移

カラーチャート値	追熟日数	果実重 (g)	硬度 (kg)	糖度 (Brix)	酸度 (pH)	着色 (指数)	食味 (指数)
2	0	176.7	2.0	13.2	3.9	2.5	3.0
	2	180.2	1.9	13.9	3.9	3.6	3.6
	4	188.1	1.9	13.9	4.0	4.0	3.8
3	0	182.0	2.0	14.7	4.0	3.9	3.9
	2	172.2	1.8	14.6	4.4	4.6	4.3
	4	185.7	1.9	13.9	4.1	4.9	4.3
4	0	159.4	1.9	14.6	4.0	4.8	4.3
	2	157.9	1.9	16.2	4.1	5.0	4.4
	4	180.5	1.7	16.8	4.6	5.0	4.5

食味の指数は0 (劣る) ～ 5 (優れる) の6段階評価で示した。

‘サマービュート’をカラーチャート値2～4で収穫して追熟すると、a\*値には追熟による大きな変化はなかった。b\*値はいずれの基準値による収穫でも追熟によって低下した。低下の幅はカラーチャート値2>カラーチャート値3>カラーチャート値4の順に大きかった。またL\*値も追熟によって低下した。カラーチャート値2とカラーチャート値3は4日後に、カラーチャート値4では2日後に大きく変動した。ΔE\*ab値はいずれの基準値でも追熟によって次第に低下する傾向が認められた。(表8)。

表8 ‘サマーエンジェル’の果皮色の变化

カラーチャート値	追熟後日数	L*	a*	b*	ΔE*ab
2	0	42.4	21.1	12.2	49.0
	2	42.3	22.4	9.1	48.8
	4	39.5	24.0	7.9	46.9
3	0	40.5	22.4	8.4	47.0
	2	41.9	20.4	3.2	46.7
	4	38.3	20.7	3.9	43.7
4	0	37.8	25.1	5.1	45.6
	2	35.9	24.7	5.2	43.9
	4	35.6	22.8	4.5	42.5

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

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

### 3-3 試作カラーチャート(第2版)の実用性の評価

‘サマービュート’のカラーチャートについて果樹担当の普及指導員、スモモ産地の営農指導員を対象にアンケート調査を実施した。果皮色(地色)については「再現されている」と評価した人が71.4%であった。緑から淡黄色まで5段階としたことについては「適当である」と評価した人が76.2%であった。「多い」は9.5%、「少ない」は14.3%であった。背景色(黒)が「見やすい」と評価した人は95.2%であった(表9)。

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

## 4. 考察

### 4-1 試作カラーチャート(第2版)の適応性

チャート色を基準にして‘サマービュート’を収穫すると果実品質はカラーチャートの基準値が上がるに従って向上した。この結果は、これまでに富田<sup>3)</sup>が示した地色が淡黄色になり、果実にやや弾力があることを目安に収穫するとして‘サマービュート’の収穫基準やこれまでの試験結果<sup>4)</sup>と一致している。このことから熟度と果皮色の変化には相関があると考えられた。また‘サマーエンジェル’についてもカラーチャートの基準値が上がるに従って果実品質は向上した。

‘サマービュート’の果皮色はカラーチャートの基準

表8 スモモ ‘サマービュート’ のカラーチャートのアンケート結果

1 果皮色(地色)が再現されていますか？	再現されている。 71.4 %	再現されていない。 28.6 %
2 緑～淡黄色までの5段階は	適当 76.2 %	多い 9.5 %
		少ない 14.3 %
3 適当でない場合、適当と思われるのは？	3段階 40 %	4段階 0 %
		6段階 0 %
		7段階 60 %
4 背景の色(黒)は？	見やすい。 95.2 %	見にくい。 4.8 %

果樹担当の普及指導員とスモモ産地の営農指導員21名を対象に調査を実施した。

その他の具体的な意見

- 1 もう少し黄色側を入れた方がよい
- 2 チャートに穴をあけて欲しい
- 3 果梗部の比色は果梗が邪魔になる
- 4 収穫が進むと地色と食味がづれる
- 5 着色していると使えない

値が変わると、緑色が減り黄色味が増し、地色の変化を示すa\*値とb\*値が大きく変化したことから、果皮色の測定が適切であったことが示された。‘サマーエンジェル’については地色の変化を示すa\*値とb\*値の変化に加えL\*値の変化も大きかった。カラーチャート値が進むにつれて地色の黄色味が減少し、果皮の着色を示すa\*値の変化が、次第に増加していることから、着色している部分の果皮色の測定が適切であったことが示された。

#### 4-2 収穫後の追熟特性の把握

果樹では、樹種ごとに果実品質の評価基準が異なる<sup>5)</sup>。また、スモモは、品種ごとに追熟特性が異なるため、品種ごとに特性を明らかにする必要がある<sup>6)</sup>。本試験ではスモモの新品種 ‘サマーエンジェル’ について収穫後の追熟特性を検討した。やや未熟なカラーチャート値2の収穫では4日追熟すると糖度が13.9Brix、食味は3.8であった。カラーチャート値3で収穫すれば、1.9kgの果実硬度を維持し、糖度が13.9Brix、食味が4.3で品質は向上した。カラーチャート値4の収穫では糖度、食味ともさらに向上するが、硬度が1.7kgに低下したので、消費者への流通が予想される収穫2～4日後の果実品質から判断すると、カラーチャート値2～3で収穫すれば、糖度と食味が優れて、硬度を維持した高品質の果実を消費者に提供できると考えられた。

#### 4-3 試作カラーチャート(第2版)の実用性の評価

アンケートの結果から、試作カラーチャートは十分な実用性があることが明らかになった。具体的な意見として、チャートに穴をあければ比色しやすいといった意見もあったので、今後、デザインや印刷素材についても検討し、より使いやすい形で実用化をめざす。

## 5. 結 言

熟成過程ごとの果皮の測色数値および写真データから作成したチャート色による試作版カラーチャートにおいて、‘サマービュート’では前年に引き続き安定的に果皮色の判定に使用できた。‘サマーエンジェル’においても適切に成熟過程を表していることが確認できた。

今後、収穫の基準としたカラーチャート値の色調と、それを基に収穫した果実の色調との相関について解析するとともに、生産現場での実際の使い勝手をさらに検討する。

## 6. 謝 辞

本研究のコーディネーターとして、試験の進行や取りまとめに際し適切なお助言を頂いた総合理工学研究機構の市川和規特別研究員に深く感謝申し上げます。

## 参考文献

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

# 農畜産物の流通形態に対応した 鮮度保持技術に関する研究

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



# 鶏肉の保存性向上技術の開発 (高抗酸化活性含有資材の飼料への利用)

松下 浩一<sup>1</sup>, 石井 利幸<sup>2</sup>, 岩間 巧<sup>3</sup>, 廣瀬 裕子<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>山梨県畜産試験場, <sup>2</sup>山梨県総合農業技術センター, <sup>3</sup>山梨大学)

**要約** 鶏肉の保存期間を延長させるために、抗酸化活性の高い資材の肉用鶏への給与および抗酸化資材給与によるTBARS値を指標とした保存性試験を行った。その結果、各添加資材の抗酸化活性は、キノア種子、ブドウ搾り滓および黒米が優れた効果を示した。また給与試験において、発育体重がキノア茎葉区およびブドウ搾り滓区でやや劣った。正肉歩留は各区で大きな差はなかったが、ブドウ搾り滓区および黒米区でやや劣り、腹腔内脂肪蓄積率はこれらの区でいずれも増加した。TBARS値は、1日、4日および7日後について無処理区に比較して各資材区で優れ、またいくつかの資材においては直線回帰が有意となった。以上のことから抗酸化活性の高い資材の飼料給与によりムネ肉の保存性向上の可能性が示唆された。

## Development of long preservation methods of chicken meat (Effects of dietary resources in high antioxidant activity on broiler chickens.)

Koichi Matsushita<sup>1</sup>, Toshiyuki Ishii<sup>2</sup>, Takumi Iwama<sup>3</sup> and Yuko Hirose<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Yamanashi prefecture Livestock experimental station, <sup>2</sup>Yamanashi prefecture Agritechology center, <sup>3</sup>Yamanashi University)

**Abstract** Two experiments were conducted to determine effects of high antioxidant activity dietary resources on productive performance and preservation period of chicken meat. In first experiment, quinoa leaf, grape pomace, black rice and assorted feed on broilers were investigated antioxidant activity. These had high antioxidant activity, respectively. In second experiment, 21-days-old female chicks were fed either of the high antioxidant activity resources diets for 30 days. There was no difference in growth performance among the other treatments. Edible meat yield and abdominal fat deposit in chicks fed quinoa leaf and grape pomace diets were less than other diets. The extent of lipid oxidation was determined by measuring the TBARS value substances at 1, 4 and 7 d of storage and expressed as micrograms of MDA per kilogram of breast meat. Oxidative stability (TBARS value) in breast meat at 1, 4 and 7 d of storage was more effective antioxidant activity resources compared with the control diet. A liner response was observed in breast meat ( $p < 0.05$ ) at 1, 4, and 7 d, respectively, with control, red rice, black rice and vitamin E in the diet. These results suggest that high antioxidant activity resource diets improved preservation in breast meat.

### 1. 緒言

我が国での肉用鶏生産は昭和30年代に開始され、わずか半世紀のうちに急速に発展し、我々の生活に欠かせない動物タンパク質供給源となっている。生産開始当初の鶏肉生産は採卵鶏の抜き雄の肥育によるものであったが、欧米で肉量が多く飼料効率に優れた品種の開発がなされ、我が国にもその種鶏が輸入されるようになったことで日本人の食生活は一変した。このように鶏肉産業の進展により動物タンパク質を安価に摂取できるようになったことで、肉用鶏、特にブロイラーにおいては、現在の国内生産量および1人当たりの鶏肉消費量とも昭和30年代の11倍以上にもなった。このように我々の生活には欠かせない鶏肉であるが、近年いくつかの問題が出てくるようになった。中でも大きな問題となっているのは肉質の問題である。改良が進むに従って効率性を追求する

あまり少ない飼料で発育の早い鶏種へと変わってきた。その結果、鶏は無理な代謝により身体に負荷がかかり、脂肪量の増加や水っぽい肉質といった品質の悪化を引き起こしている。特に脂肪量の増加は、脂質の酸化を誘発し品質の早期劣化を招くことから、脂肪量の低減化、脂肪の質の改善は鶏肉産業安定化には必要不可欠であるといえる。脂肪量の調整は飼料によって行うことができる。小宮山ら<sup>1)</sup>は、飼料中のタンパク質含量を上げることで腹腔内脂肪量を低減化できることを報告している。また脂肪の質については、原料の調整によって変えることが可能である。しかし、我が国の養鶏用飼料のほとんどは北アメリカあるいは南アメリカから調達されているトウモロコシや大豆粕であるため、国内で生産される鶏肉は不飽和脂肪酸が多く、そのため脂質の融点が低いことが知られている。また不飽和脂肪酸は酸化しやすいため保存性が良くないことも指摘されており<sup>2)</sup>、鶏肉は広

域流通にはむかいないとされている。そのため冷凍あるいはチルド状態で流通されるのが一般的となっている。しかし冷凍した場合、解凍することによりドリップがでることですまみ成分も流出してしまうという問題がある。そのため消費者からは冷凍せずにフレッシュ流通できる鶏肉の生産が要望されていることから、脂質の酸化を抑制するための技術開発が必要となっている。鶏肉の脂質を栄養面で改善するためには次の2つの方法が考えられる。1つは飼料栄養の調整により飽和脂肪酸含量を増やすことである。不飽和脂肪酸が脂質の酸化を引き起こすことから、飽和脂肪酸を多く含む肉質に変える方法である。しかし、鶏肉の特徴である軟らかさやおいしさを大きく変えてしまう危険性があること、また飼料原料はリノール酸の多いトウモロコシが主体となっているため、原料の操作は大きなコストアップにつながるため実用的でない。2つめは脂質の酸化を抑制することである。

山梨県はブドウの産地であり、地場にはワイン工場が多数見られる。ワイン醸造に利用されるブドウの搾り滓は一部が肉牛の飼料として利用されているものの、そのほとんどは圃場への肥料として利用されている状況である。しかし、ブドウ搾り滓には抗酸化活性を有しているポリフェノールが含有されており、これを鶏の飼料原料として利用することで脂質の酸化を抑制し保存性の向上が期待される。一方、本県では、農業振興の一つとして南米原産のキノアの栽培がされている。キノアはアカザ科の植物であり、近年ではその種子が五穀米などの原料として利用されている。Hirose et al.<sup>3)</sup>は、キノアの種子の抗酸化活性が高いことを報告しているが、種子のみならず茎葉部も抗酸化活性が高いといわれており、利用価値の低い茎葉部を養鶏用飼料としての利用ができれば、資源の有効利用にもつながる。また有色素米（赤米、黒米）も県内で生産がされており、その屑米が産出していることからこれらを肉用鶏に摂取させることで脂質の酸化抑制効果が期待できる。

そこで、これら県内で入手可能な資材について、その抗酸化活性を測定するとともに、肉用鶏飼料として給与した際の生産性、産肉性および保存性におよぼす影響について調査した。

## 2. 実験方法

### 2-1 地域資材における抗酸化活性レベル調査

地域資材の鶏への給与効果を検討するにあたり、各資材の抗酸化活性を把握した。供試資材は表1に示すとおり、ブロイラー仕上用飼料（以下基礎飼料という）、キノア茎葉部、ブドウ搾り滓（以下ブドウ滓という）および有色素米（朝紫：以下黒米という）とした。調査項目は水分含量の他、総フェノール量、総フラボノイド量、プロアントシアニジン量および1, 1-ジフェニル-2-ピク

表1 調査内容

水準	水準の内容
資材	標準飼料、キノア、黒米、ブドウ搾り粕
調査内容	水分含量、総フェノール量、総フラボノイド量、DPPH ラジカル補足活性、プロアントシアニジン量

リルヒドラジル（DPPH）ラジカル補足活性とした。

分析は廣瀬らの示した方法<sup>4)</sup>を用いた。すなわち、これらの資材100mgにメタノール/水（2:1v/v）5mlを加え、50℃で60min加熱後、メンブランフィルターでろ過し、10mlに調整したものを分析に用いた。総フェノール量については、抽出液1mlに、水3mlと5倍希釈したフェノール試薬1mlを加え攪拌後、10%炭酸ナトリウム水溶液1mlを加え、室温で1h放置後、760nmにおける吸光度を測定した。没食子酸の各種濃度の溶液について同様の測定を行った結果を用いて、没食子酸相当量（gallic acid mg E/100g FW）として抽出液の総フェノール量を算出した。フラボノイド類についてはHPLCを用い測定した。プロアントシアニジン含量は試料50mgを精秤し、メタノール1ml、1%バニリンメタノール溶液2mlおよび25%硫酸メタノール溶液2mlを加え、30℃で15分間振盪した後、さらにメタノールを1mlを加え、3000rpm、10min遠心分離し、上清の吸光度（500nm）を測定した。これを濃度既知の（+）-カテキン溶液1mlで作成した回帰直線から試料100gに対する（+）-カテキン相当量（mg）を算出しプロアントシアニジン量を求めた。DPPHラジカル捕捉活性の測定は、抽出液2mlに150μM DPPHメタノール溶液2mlを加え、よく振り混ぜた後、室温暗所に30min放置後、517nmにおける吸光度を測定し、次式からラジカル捕捉率を算出した。

$$\text{DPPHラジカル捕捉率 (\%)} = [(A-B) / A] \times 100$$

(A: BLANK液の吸光度, B: 測定試料反応液の吸光度)

各種濃度の6-ヒドロキシ-2, 5, 7, 8-テトラメチルクロマン-2-カルボン酸（Trolox）メタノール溶液のDPPHラジカル捕捉率を測定し、粗抽出液のラジカル捕捉率をTrolox相当量（Trolox μmol E/100g FW）として算出した。

### 2-2 抗酸化活性の高い地域資材の肉用鶏給与による鶏肉の保存性への影響

鶏はブロイラー専用種「チャンキー」雌ヒナを144羽供試した。試験区分は表2に示すとおり9区分とし、1区16羽で反復はなしとした。試験は51日齢まで陰圧式のウィンドウレス鶏舎で平飼飼育とした。0～21日齢

表2 試験区分

処理区分	配合量	給与方法
1 無処理	—	不断給与
2 キノア茎葉	5%	不断給与
3 キノア種子	5%	不断給与
4 ブドウ搾り滓	5%	不断給与
5 白米	5%	不断給与
6 赤米	5%	不断給与
7 黒米	5%	不断給与
8 ビタミンE増量	500IU	不断給与
9 イチゴポリフェノール	0.3%	不断給与

までは市販のプロイラー前期用飼料（CP22%，ME3，150Kcal）を群で与え，21日齢時に1区を16羽に分割しビタミンE含量を6IUに調整したプロイラー仕上用飼料（CP18%，ME3,050Kcal/kg）を基礎飼料とした。抗酸化活性の高い地域資材（以下資材という）は，キノア茎葉部，キノア種子，ブドウ粕，白米，赤米，黒米の6種類，としそれぞれ5%配合した（配合飼料95：資材5）。またビタミンEを500IUに増量した区（以下VE区という）とイチゴポリフェノールを0.3%添加した区（以下イチゴ区という）も設定し無処理区を対照として9区分で実施した。

調査項目は，毎週発育体重および残餌量の測定を行い，飼料摂取量と飼料要求率を算出した。51日齢時に各区平均体重に近い個体を5羽抽出し，翼下静脈より採血後と殺した。と体は湯漬け，脱毛の後冷水で2時間冷却し，その後4℃の冷蔵庫で17時間冷却した後解体に供した。解体は正肉重量，腹腔内脂肪蓄積量を測定し，と体重に対する率を求めた。また肉色については色差計NR3000（日本電色製）を用い，浅胸筋（ムネ肉）および腹腔内脂肪についてL\*，a\*およびb\*値を測定した。測定した色調のうち，脂肪色についてはW値（白色値）およびYI値（黄色値）を求めた。解体に供した右ムネ肉は4℃の冷蔵庫で保存し，と殺1日後，4日後および7日後に皮を除去した筋肉部分をミンチにかけ，約20gをアルミ製の真空パックで真空し-80℃で分析まで保存した。一方，採血した血液は血漿分離させた後，α1酸性糖タンパク質濃度を測定した。ムネ肉のTBARS値については，Salih et al.<sup>4)</sup>の示した方法を改良して実施した。まずマロンジアルデヒド（MDA）含量既知の試料を用い532nmにおいて検量線を作成した。ムネ肉TBARS値の測定は，-80℃で保存した試料を24時間冷蔵庫で解凍した後，正確に10g秤量して4%トリクロロ酢酸溶液を用いて混和粉碎した後，常法によりメスアッ

プおよび濾過し0.5mMチオバルビツール酸を添加して暗所にて24時間常温で発色させた後，532nmで吸光度を測定し，検量線から値を求めた。ここで得られたデータを1次回帰式に当てはめ回帰式を算出した。このうち1次回帰が有意にならなかったものについては，2次回帰あるいは累乗回帰分析を行い最適な回帰式を求めた。

### 3. 結果

#### 3-1 地域資材における抗酸化活性レベル調査

各地域資材における水分含量，総フェノール量，総フラボノイド量，プロアントシアニジン量およびDPPHラジカル補足活性の結果を表3に示した。水分含量についてはキノアおよびブドウ滓は8%程度であり，基礎飼料および黒米は11%程度であり，鶏にチェーン給餌するにも問題のない水分量であった。総フェノール量はキノアが最も高く847mgE/100gFWであったのに対し，黒米は490mgE/100gFW，ブドウ滓は389mgE/100gFWと約半量となり，基礎飼料は194mgE/100gFWとさらに低い値を示した。総フラボノイド量については，総フェノール量と同様にキノアが最も高く517mgE/100gFWとなり，基礎飼料は131mgE/100gFWであった。プロアントシアニジン量はブドウ滓が838mgE/100gFWとなり，基礎飼料の27mgE/100gFWを大きく上回った。一方，キノアおよび黒米は測定限界以下であった。抗酸化活性の指標であるDPPHラジカル補足活性はキノア，黒米，ブドウ滓いずれも高い値を示し，基礎飼料の4～6倍の活性を示した。このことから，基礎飼料にこれらの資材を配合することで，鶏への抗酸化効果の付与が期待された。

表3 資材の抗酸化性等

	水分含量 (%)	総フェノール量	総フラボノイド量	DPPH ラジカル補足活性	プロアントシアニジン量
		mgE/ 100gFW	mgE/ 100gFW	nmolE/ 100gFW	mgE/ 100gFW
標準飼料	11.6±0.1	194±1	131±9	524±9	27±2
キノア	8.1±0.4	847±22	517±3	2,999±24	ND
黒米	11.3±0.2	490±15	280±4	2,629±26	ND
ブドウ搾り粕	8.0±0.2	389±19	407±9	1,958±46	838±29

※ND:測定不能

#### 3-2 抗酸化活性の高い地域資材を用いた鶏肉の保存性向上

##### 1. 育成成績

51日齢時における発育体重，育成期間中の飼料摂取量および飼料要求率を表4に示した。

51日齢時の発育体重は、無処理区が3,511gであったのに対し、キノア茎葉区およびブドウ粕区で劣った結果を示した。それ以外の資材については無処理区よりも高い値を示した。21日齢から51日齢の飼料摂取量については、最も多かったVE区と最も少なかった無処理区との間に491gの差が認められた。また0日齢から51日齢までの飼料摂取量は21日齢から51日齢までの飼料摂取量の差がそのまま影響し、VE区と無処理区で481gの差であった。この結果、飼料要求率をみた場合は、無処理区が1.86であったのに対し、他の試験区はすべてこれよりも劣っていた。

## 2. 解体成績

51日齢時にと殺した後の解体成績を表5に示した。

正肉重量については、発育体重の小さかったブドウ粕区が1,399g、歩留では46.44%であり最も低かったものの、他の区と比較して大きな差とはならなかった。腹腔内脂肪は黒米区が109gと最も高い値を示し、蓄積率で

も3.35%と最も高くなった。飼料原料の影響を最も受ける筋胃については重量、比率とも区間において大きな差は認められなかった。

## 3. 肉色

51日齢時における浅胸筋および腹腔内脂肪における肉色結果を表6に示した。

浅胸筋については、L\* (明度)、a\* (赤色度) および b\* (黄色度) について調査した結果、a\*値で無処理区が高い値を示したものの有意な差とはならなかった。また b\*値についても大きな差は認められず、浅胸筋においては飼料原料の影響はないものと考えられた。

一方、脂肪色についてはL\*、a\*、b\*に加えてW値 (白色値) およびYI値 (黄色値) について計算により算出した。その結果、それぞれの資材を添加給与することでW値は低下し、YI値は高くなる傾向が認められた。このことから、今回利用した資材については脂肪色をやや黄色みがからせることが示された。

表4 育成成績

処理区分	発育体重(g)		飼料摂取量(g)		飼料要求率	
	21d	51d	21-51d	0-51d	21-51d	0-51d
1 無処理	1,016	3,511	5,229	6,467	2.10	1.86
2 キノア茎葉	978	3,444	5,665	6,887	2.30	2.02
3 キノア種子	968	3,540	5,527	6,735	2.15	1.93
4 ブドウ粕	956	3,347	5,373	6,569	2.25	1.99
5 白米	973	3,577	5,539	6,770	2.13	1.92
6 赤米	996	3,626	5,562	6,797	2.11	1.90
7 黒米	997	3,581	5,560	6,794	2.15	1.92
8 ビタミンE	999	3,555	5,720	6,949	2.24	1.98
9 イチゴ	990	3,593	5,558	6,764	2.14	1.90

表5 解体成績

処理区分	正肉		腹腔内脂肪		筋胃	
	重量(g)	歩留(%)	重量	蓄積率(%)	重量(g)	率(%)
1 無処理	1,515±46	47.49±1.33	92±23	2.89±0.71	34±2	1.07±0.06
2 キノア茎葉	1,505±73	48.06±1.70	87±9	2.51±0.28	35±3	1.11±0.11
3 キノア種子	1,508±66	47.60±1.76	88±11	2.76±0.33	35±3	1.09±0.11
4 ブドウ粕	1,399±54	46.44±1.40	97±29	3.21±0.96	35±2	1.16±0.08
5 白米	1,562±42	48.04±1.46	97±15	2.97±0.42	33±5	1.03±0.14
6 赤米	1,591±63	49.38±1.00	93±16	2.83±0.42	33±6	0.99±0.17
7 黒米	1,531±76	46.86±1.92	109±22	3.35±0.70	35±2	1.06±0.04
8 ビタミンE	1,455±65	46.95±1.42	87±22	2.81±0.63	34±3	1.10±0.07
9 イチゴ	1,629±30	48.76±0.46	81±19	2.42±0.52	33±3	0.99±0.09

※歩留、蓄積率、率はいずれもと体重に対する比率



表6 肉色（浅胸筋および脂肪）

処理区分	浅胸筋			脂肪色				
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	W	YI
1 無処理	50.29±2.25	3.04±1.32	8.12±0.88	68.42±1.41	-0.67±1.62	11.45±1.39	66.36±1.69	30.41±4.74
2 キノア茎葉	49.54±1.15	0.71±1.29	6.18±0.81	67.73±1.19	0.20±2.21	12.29±2.65	65.34±1.51	33.41±7.39
3 キノア種子	47.12±1.95	1.56±1.03	6.30±0.99	66.67±2.47	0.76±2.66	13.55±3.10	63.87±3.06	36.88±8.93
4 ブドウ粕	50.54±2.08	0.78±1.54	7.34±0.26	68.23±2.11	-1.53±3.03	13.07±3.78	65.41±3.21	32.99±4.67
5 白米	48.51±2.99	2.29±0.72	6.14±1.46	66.54±3.61	0.75±0.53	12.20±1.59	64.34±3.52	34.26±3.71
6 赤米	48.59±2.82	1.47±1.28	7.08±1.18	67.92±1.45	2.87±4.08	11.72±1.85	65.49±1.46	35.55±2.47
7 黒米	48.97±1.92	0.99±1.06	6.97±1.02	68.17±0.94	2.06±0.55	14.74±2.27	64.82±1.72	40.02±4.93
8 ビタミンE	51.77±2.11	1.66±1.28	8.11±0.77	67.26±2.27	0.59±4.81	13.17±3.52	64.40±3.64	35.89±12.30
9 イチゴ	49.39±2.25	1.94±1.36	7.12±1.20	66.98±2.09	2.09±3.16	13.20±3.24	64.22±3.27	37.53±9.99

4. ムネ肉におけるTBARS値の推移

と殺後1日、4日および7日におけるムネ肉のTBARS値およびその推移を表7および図1、図2、図3に示し、目的変数（y）をTBARS値、説明変数（x）を保存日数とした際の1次回帰式の結果を表8に示した。

ムネ肉のTBARS値は保存日数の経過により増加し、無処理区が最も増加量が多かった。7日間保存した場合、無処理区と比較してキノア種子区およびVE区は有意に低い値を示した。他の資材についても有意の差とはならなかったものの無処理区よりも低い値を示したことから、抗酸化活性の高いとされる今回利用した資材の肉用鶏への給与は保存性の向上に寄与する可能性が示唆された。

また、これらについて1次回帰により回帰式を求めると、無処理区および赤米、黒米においては回帰式が有意となり、無処理区が1日経過するに従ってTBARS値で0.0521、赤米区が0.0191、黒米区が0.0226増加することが示された。

一方、キノア茎葉、キノア種子、ブドウ滓、白米、イチゴポリフェノールについては、1次回帰の結果が有意とならなかったことから、2次回帰分析あるいは累乗分析を行い、相関係数の最も高かった回帰式を表9に示した。

キノア種子については、2次回帰式（ $y = -0.0103x^2 + 0.1005x + 0.0538$ ）が示された。またキノア茎葉区、ブドウ滓区、白米区およびイチゴ区については累乗関数が示され、日にちの経過に伴い傾きが増加する傾向が認められた。このことから、赤米区、黒米区およびVE区は保存日数の経過に伴いほぼ直線的にTBARS値が上昇するのに対して、キノア茎葉区やブドウ滓区、白米区などは保存日数の経過により値の上昇が顕著になることが示された。

表7 TBARS値およびα1酸性糖タンパク質濃度

処理区分	TBARS 値(mgMDA/kg)			α1AGP (mg/ml)
	1日	4日	7日	
1 無処理	0.1817	0.3391	0.4947	a 217.9
2 キノア茎葉	0.1418	0.2612	0.2856	269.2
3 キノア種子	0.144	0.2909	0.2520	b 307.7
4 ブドウ粕	0.1624	0.4028	0.4804	a 211.5
5 白米	0.1635	0.2926	0.2868	282.1
6 赤米	0.1719	0.2379	0.2893	314.1
7 黒米	0.1407	0.2582	0.3187	307.7
8 ビタミンE	0.1254	0.1652	0.2380	b 230.8
9 イチゴ	0.1421	0.2958	0.4607	a 179.5

※異符号間に有意差あり (p<0.05)

表8 各資材におけるムネ肉TBARS値回帰式

	回帰式	相関係数	有意差
無処理	$y = 0.0521x + 0.1300$	0.841	0.010
キノア茎葉	$y = 0.0208x + 0.1495$	0.516	0.100
キノア種子	$y = 0.0118x + 0.1879$	0.195	0.300
ブドウ粕	$y = 0.0476x + 0.1637$	0.502	0.110
白米	$y = 0.0161x + 0.1879$	0.260	0.300
赤米	$y = 0.0191x + 0.1572$	0.800	0.016
黒米	$y = 0.0226x + 0.1327$	0.817	0.013
ビタミンE	$y = 0.1986x + 0.0956$	0.705	0.036
イチゴ	$y = 0.0581x + 0.0738$	0.530	0.100

※ y=TBARS 値 x:日数

5. 血漿中α1酸性糖タンパク質濃度

51日齢時に採血した血漿についてのα1酸性糖タンパク質濃度の結果を表7に示した。

α1酸性糖タンパク質濃度はイチゴ区およびブドウ粕区が無処理区と比較して低い値を示し優れていたが、各

表9 1次回帰が有意にならなかった資材を補正した各資材におけるムネ肉TBARS値回帰式

	回帰式	相関係数
無処理	$y = 0.0521x + 0.1300$	0.841
キノア茎葉	$y = 0.1499x^{0.3303}$	0.744
キノア種子	$y = -0.0103x^2 + 0.1005x + 0.0538$	0.677
ブドウ粕	$y = 0.1709x^{0.5358}$	0.710
白米	$y = 0.1764x^{0.2670}$	0.458
赤米	$y = 0.0191x + 0.1572$	0.800
黒米	$y = 0.0226x + 0.1327$	0.817
ビタミンE	$y = 0.1986x + 0.0956$	0.705
イチゴ	$y = 0.1368x^{0.5934}$	0.637

※  $y = \text{TBARS 値}$   $x$ : 日数

区とも大きな差はなく、酸化ストレスへの影響は少ないものと考えられた。

#### 4. 考察

鶏肉は不飽和脂肪酸が多く、保存性の低い食品といわれており<sup>2)</sup>、消費期限も3~4日程度といわれている。本県では甲州地どりや甲州頬落鶏などの地域の特産鶏をフレッシュのまま近畿圏や九州圏などに流通させることが望まれているが、フレッシュでの広域の流通は品質保持の面でリスクが高いため、うまみを犠牲にして冷凍流通などで対応している状況である。一方、本県の特産品であるワインに含有されているポリフェノールについて、Saura-Calixto F. et al.<sup>6)</sup>は、ワインポリフェノールのうち35~61%は繊維質に結合しており、このことは腸の一部を活性化するだけでなく抗酸化に寄与すると述べている。他にもキノアや有色素米などポリフェノールを含む農産物や地域資材が県内に存在していることから、本試験ではこれら資材の抗酸化活性を把握するとともに、肉用鶏の飼料として利用した際の生産性と肉質、特に保存性への影響について調査した。

資材の抗酸化活性については、キノア茎葉部、ブドウ搾り滓、黒米ともにDPPHラジカル補足活性は高い値を示した。標準のプロイラー仕上用飼料のDPPHラジカル補足活性が524nmolE/100gFWであったことから、キノア茎葉部を5%添加した場合、23%、ブドウ滓でも14%と高い値となっており、抗酸化資材として十分に利用が可能であると考えられた。

また、これら資材を肉用鶏飼料に5%配合し、30日間給与したところ、発育体重は無処理区が最も優れ、各資材を添加した区はいずれも劣っていた。特にキノア茎葉区およびブドウ粕区で低い値を示した。これらの区は、飼料摂取量は多いものの発育体重が伸びなかったことか

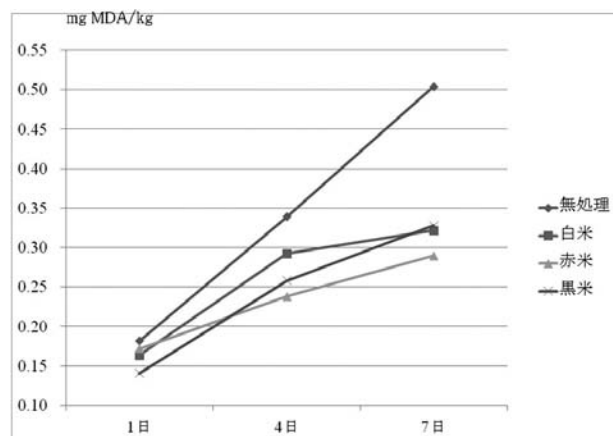


図1 ムネ肉のTBARS値の経時的推移 (地域資材)

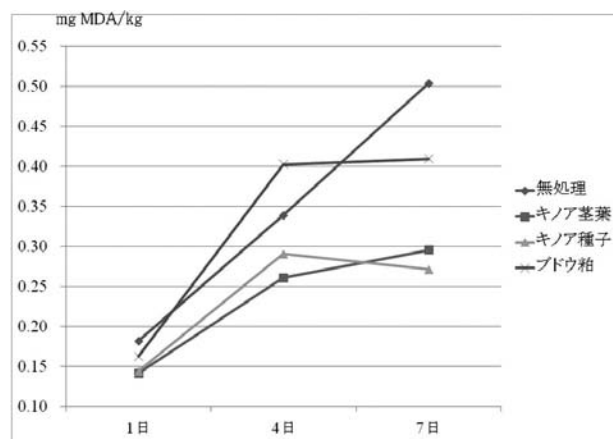


図2 ムネ肉のTBARS値の経時的推移 (米類)

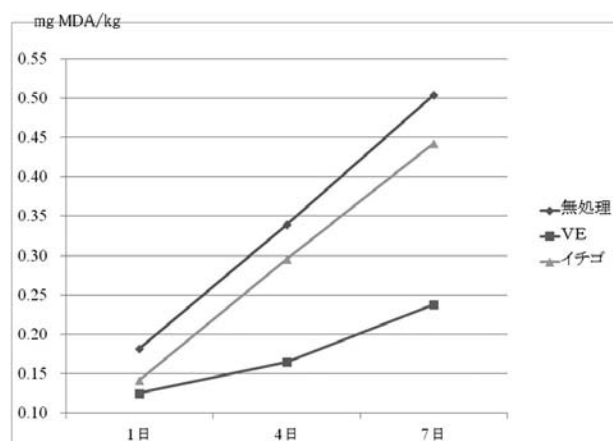


図3 ムネ肉のTBARS値の経時的推移 (ビタミン類)

ら想定すると、飼料のエネルギー水準が低下したことが大きな原因であると考えられる。飼料のエネルギー水準は、油脂などを利用することで解決できるが、脂肪酸組成への影響も大きいことから、今後は配合量や給与方法などを工夫する必要があると考えられた。一方、キノア種子については発育体重の低下を招かずに育成することができた。この理由として、種子のエネルギー含量が高

いことも考えられるが、タンパク質含量についても興味深い報告がある。Koziol<sup>7)</sup>はキノア種子6品目の平均粗タンパク質含量は17.8%であることを報告している。このことは、配合飼料の粗タンパク質含量が18%であることから換算すると、キノア種子を5%添加しても飼料中の粗タンパク質含量はほとんど変化しないことを表している。しかしHirose et al.<sup>3)</sup>は、粗タンパク質含量が12.8%であることを報告しており、品種間差あるいは産地間差があると考えられることから、飼料配合する際はタンパク質含量などの分析を行うことが好ましいと考える。

次に解体調査の結果、ブドウ滓区および黒米区で正肉歩留が劣った結果を示し、腹腔内脂肪蓄積率については高い値を示した。小宮山ら<sup>1)</sup>は、正肉歩留と腹腔内脂肪蓄積率に負の相関があるとしており、本試験では正肉歩留が増加すると腹腔内脂肪が減少するとしている小宮山らと同様の結果となった。筆者ら<sup>8)</sup>は、腹腔内脂肪量を減少させるための飼料給与と体系について報告しているが、腹腔内脂肪のほとんどが廃棄されている状況を見ると、給与方法量も含めた脂肪量の低減化技術の利用を図ることで正肉歩留向上につながるものと考えられた。

ところで、肉色については価格とともに消費行動に最も大きな影響を及ぼす要因であることが報告されている<sup>9)</sup>。小売店では肉色をよく見せるために照明に工夫をしているところが多い。鶏肉は長期飼育することで肉色に赤みを増すが、近年の早熟型ブロイラーにおいては全体に肉色は淡く、美味しそうに見えないといった意見が出されている。しかし、脂肪色は飼料原料の影響を受けやすいため、調整が非常に容易である。脂肪色の好みについては地域差が著しく、北米ではイエローチキンが重宝され、欧州では白色が求められている。我が国においても以前は関西は白色系、関東は黄色系が好まれていたが、最近では全国的に白色系が好まれるようになってきた。本試験においては、各資材を利用することによって黄色値(YI値)が高くなっており、これら資材に含まれているカロチノイド系の成分が脂肪色に影響を及ぼしているものと考えられ、脂肪色における最適配合量も検討する必要がある。

キノア種子についてKoziol<sup>7)</sup>は、脂肪酸含量はリノレン酸含量がトウモロコシの6倍に及ぶとしている。今回鶏肉中の脂肪酸含量の測定は行わなかったが、キノア種子区では肉中のリノレン酸含量が高くなっていることが想定される。リノレン酸はn-3系脂肪酸であるため、より自動酸化しやすいといわれていることから保存性の向上には悪影響を及ぼすものとも考えられる。一方で日本脂質栄養学会ではヒトが摂取するリノール酸(n-6系脂肪酸)とリノレン酸(n-3系脂肪酸)の比率について言及しており、健康維持のためにはn-6/n-3比4以下にするべきであるとしている<sup>10)</sup>。一般的な鶏肉の比が8~11

であることを考えると、キノア種子の利用は健康維持の意味でも重要であるのかもしれない。今回は脂肪酸組成、融点については測定しなかったが、おいしさを述べる意味でも測定することは今後必要であると考えられる。

鶏肉の保存性についてはTBARS値を指標とした。TBARS値は鶏肉中の脂質が酸化してマロンジアルデヒドに変化することからその含量をチオバルビツール酸(TBA)で発色させて測定する方法である。本試験においては7日保存において、いずれの資材も無処理区よりも優れていた。また無処理区、赤米区、黒米区およびVE区については日数の経過に伴い直線的に上昇したものの、それ以外の資材については2次回帰あるいは累乗回帰の方がより合致した。このことは資材によってその効果が異なることを示しており、メカニズムも異なることが示唆された。

ブドウ滓についてはさまざまな報告がある。Goni et al.<sup>11)</sup>およびBernes et al.<sup>12)</sup>は、ブロイラーにブドウ滓濃縮物を6%飼料中に添加した結果、生産性、粗タンパク質(CP)の消化率、腹腔内脂肪量、肝臓重量、脾臓重量、脾臓重量および小腸の腸の長さに影響はなかったとしている。また脂質の消化率は無処理およびブドウ滓添加区がビタミンE区と比較して低下したことを報告している。さらに加水分解ポリフェノールと縮合型タンニンにおける回腸と糞便の消化率はそれぞれ56~73%、14~47%であったともしている。またムネ肉中のMDA含量の経時的な推移についても報告しており、ブドウ滓添加によりMDA含量は無添加区と比較して低く推移するとしており、本試験の結果と同様であった。またViveros et al.<sup>13)</sup>は、ポリフェノールリッチなブドウ粕を21日齢のブロイラーに①抗菌剤なし②抗菌剤あり③抗菌剤なし+ブドウ滓6%④抗菌剤なし+ブドウの種0.72%の4区で育成試験を行った結果、ブドウの種を給与した区で増体量が減少したことを報告している。またこの報告では腸内細菌叢について調査しており、ブドウの種を与えた区は*Lactobacillus*および*Enterococcus*が増加し、*Clostridium*が減少したとしている。また盲腸についてはブドウ粕給与区およびブドウ種子給与区で*Lactobacillus*、*Enterococcus*および*Clostridium*とも増加したとしている。このことからブドウ粕は種子も含めて腸内細菌叢を変えるものであると考えられる。さらにWang et al.<sup>14)</sup>は、ブドウ種子を飼料1kgあたり5mgから80mgまで5つのレベルで添加給与した後に、コクシジウムをインジェクションした結果、へい死率が減少し増体量が増加し、その最大レベルは10mg~20mgであることを報告している。無添加飼料を経口投与でコクシジウムを摂取させた場合、一酸化窒素(NO)が7.11μmol/Lから21.31μmol/Lに増加し、SODが126.55U/mlから111.14U/mlになったが、その後ブドウ種子を12mg/kg摂取させることでNOが14.73μmol/LにSODが133.27U/mlに改善したとして

いる。このように腸内細菌叢への影響が示されている。さらに有井ら<sup>15)</sup>は、ブドウポリフェノールがヒトにおける腸内細菌叢への影響について調査し、特に糞便の消臭効果があると報告している。このことからこれら資材に含有されている抗酸化成分が鶏肉に直接働くのではなく、生体中のさまざまな器官に作用していることも考えられる。一方、プロアントシアニジンを含む赤米やアントシアニンを含む黒米の効果としては、ポリフェノールとデンプンの関係も考えることができる。有井ら<sup>16)</sup>はブドウポリフェノールが糖尿病の予防につながるとしており、このことはデンプンから生産されるブドウ糖との関係を示唆しているものであり、今後調査することが必要であると考え。このようにブドウ粕についての効果が報告されているが、キノア茎葉についてもポリフェノール含量が高いのに加えて繊維質が多いことから同様の効果が期待できると考えられ、今後さらなる研究を進めていく必要がある。

最後に免疫活性の指標として血漿中の $\alpha$ 1酸性糖タンパク質濃度について調査した。 $\alpha$ 1酸性糖タンパク質濃度は急性期タンパク質で酸化ストレスによりその値が上昇するとされている。本試験では飼料の違いによる一定の傾向は認められなかった。しかし、Pasko et al.<sup>17)</sup>は、高フルクトースを摂取させたラットにキノア種子を給与して、血漿、心臓、肝臓、膵臓、肺、脾臓について酸化ストレスの指標としてMDA量を調査した結果、キノア種子を摂取させなかった群は血漿中MDA含量が増加したのに対して、キノア種子を摂取させた群はMDA含量が低下したとしている。

このように酸化ストレスの低減効果も報告されていることから、ポリフェノールと酸化ストレスおよび免疫活性の関係についてさらに調査していく必要があると考える。近年、免疫については腸管免疫の研究が進んでおり、腸内細菌叢との関係が少しずつ明らかになってきている。健康な鶏を育成することは酸化ストレスの少ない鶏を生産することにつながり、さらにそこから生産される鶏肉も保存性が高いものになると考えられることから、これら地域資材を有効に利用しながら優れた鶏肉の生産技術を開発することが必要であると考え。

## 5. 結 言

山梨県内で入手できる地域資材として6種類（キノア茎葉、キノア種子、ブドウ粕、白米、赤米、黒米）およびビタミンE、イチゴポリフェノールについて、肉用鶏に摂取させた際の生産性、産肉性および保存性について調査した。その結果、これらの資材は保存性の指標であるTBARS値を下げる効果を有することが明らかとなった。しかし、生産性を考慮した場合、キノア茎葉およびブドウ粕は発育体重の低下を引き起こすため実用的で

ないことが示された。今後は、飼料への添加量の検討あるいは給与ステージ、給与形態などの検討を行いながら実用化が可能な給与システムを開発していくことが必要と考える。また、実験室レベルではなく、農家実証を行い、その際の問題点の抽出を行う中で県民に保存性の高い鶏肉の供給を可能にする技術開発を行っていきたいと考える。

## 6. 謝 辞

本研究のコーディネーターとして、試験の設定や取りまとめに対し適切にご指導ご助言をいただきました総合理工学研究機構市川和規特別研究員に感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 小宮山恆, 鎌田健義, 細川明, 仲沢弘: ブロイラーの脂肪蓄積の推移について, 山梨畜試研報, Vol. 33, P.107-113 (1986)
- 2) Edmark D.: Green tea, grape seed extracts restore chicken's qualities., U of A Division of Agriculture, Aug., (2005)
- 3) Hirose Y., T. Fujita, T. Ishii and N. Ueno: Antioxidative properties and flavonoid composition of Chenopodium quinoa seeds cultivated in Japan, Food Chemistry, Vol. 119, P.1300-1306 (2010)
- 4) Salih A. M., D. M. Smith, J. F. Price and L. E. Dawson: Modified extraction 2-thiobarbituric acid method for measuring lipid oxidation in poultry., Poult. Sci. vol. 66, P.1483-1488 (1987)
- 5) Saura-Calixto F. and M. E. Diaz-Rubio: Polyphenols associated with dietary fiber in wine. A wine polyphenol gap, Food Res. Int. Vol. 40, P.613-619 (2003)
- 6) Koziol M. J.: Quinoa: A potential new oil crop., New crops, P.328-336 (1993)
- 7) Matsushita K., H. Komiyama, K. Sato and Y. Akiba: Development of feeding system to improve meat quality of broilers., 6th Asian Pacific Poultry Congress, P.177-182 (1998)
- 8) 宮園幸夫: 消費者の鶏卵・鶏肉についての消費状況, イメージについてのアンケート結果, 日鶏時報, Vol. 24, (1993)
- 9) 奥山治美, 菊川清見: 脂質栄養と脂質過酸化, 学会センター関西学会出版センター, (1998)
- 10) Goni I., A. Brenes, C. Centeno, A. Viveros, F. Saura-Calixto, A. Rebole, I. Arija and R. Estevez: Effect of Growth Performance, Nutrient

Digestibility, and Susceptibility to Meat Lipid Oxidation in Chickens., *Poult. Sci.*, Vol.86, P.508-516 (2007)

- 11) Brenes A., A. Viveros, I. Goni, C. Centeno, S. G. Sayago-Ayerdy, I. Arija and F. Saura-Calixto : Effect of Grape Pomace Concentrate and Vitamin E on Digestibility of Polyphenols and Antioxidant Activity in Chickens., *Poult. Sci.*, Vol. 87, P.307-316 (2008)
- 12) Viveros A., S. Chamorro, M. Pizarro, I. Arija, C. Centeno and A. Brenes : Effects of dietary polyphenol-rich grape products on intestinal microflora and gut morphology in broiler chicks., *Poult. Sci.*, Vol. 90, P.566-578 (2011)
- 13) Wang M. L., X. Suo, J. H. Gu, W. W. Zhang, Q. Fang and X. Wang : Influence of grape seed proanthocyanidin extract broiler chickens. Effect on chicken coccidiosis and antioxidant status, *Poult. Sci.*, Vol.87, P.2273-2280 (2008)
- 14) 有井雅幸：ブドウ種子ポリフェノール（プロアントシアニジン）のキレートフーズとしての可能性, *食品と開発*, Vol. 35, NO. 11, P.14-16 (2000)
- 15) 有井雅幸：ブドウ種子ポリフェノール（プロアントシアニジン）の有効性, *食品と開発*, Vol. 35, No. 6, P.11-14 (2000)
- 16) Pasko P., H. Barton, P. Zagorodzki, A. Izewska, M. Krosniak, M. Gawlik, M. Gawlik and S. Gorinstein : Effect of diet supplemented with quinoa seeds on oxidative status in plasma and selected tissues of high fructose-fed rats., *Plant Foods Hum. Nutr.*, Vol. 65, P.146-151 (2010)



# 品種と刈取時期の違いがキノアの乾物収量に及ぼす影響

石井 利幸・上野 直也  
(山梨県総合農業技術センター)

**要約** キノア茎葉部を飼料原料に資するため、生産性向上を目指した品種比較および刈取時期の検討を行った。その結果、「Amarilla de Marangani」が、草丈、穂長ともにNL-6より長く、乾物収量が多かった。刈取時期については、播種90日後の収穫が高い乾物収量を得られることが明らかになった。

## Effect of variety and cutting time on Dry-matter Yield of Quinoa (*Chenopodium quinoa* WILLD.)

Toshiyuki ISHII, Naoya UENO  
(Yamanashi Prefectural Agritechnology Center)

**Abstract** We aimed to use Quinoa (*Chenopodium quinoa* WILLD.) for feed, namely examined relationship between variety, cutting time and dry-matter yield. As a result, the plant length and the panicle length of “Amarilla de Marangani” were taller than “NL-6”. It was cleared that the dry-yield was the highest on the 90 days after sowing at cutting time.

### 1. 緒言

キノア (*Chenopodium quinoa* WILLD.) は南米アンデス地方原産のアカザ科アカザ属一年草の擬穀類で、かつてインカ族の主要穀物の一つであった<sup>1)</sup>。著者らは国内初の産地化を目指して2005～2007年度にかけて食用を前提とした栽培技術の研究を行った<sup>2), 3), 4)</sup>。現在は山梨県内において生産者による試験栽培が始まっており、今後の普及が期待される。子実(種子)は、米や小麦などの主要穀物よりタンパク質などの栄養価が高いだけでなく、近年は血圧上昇抑制作用などの生体調節機能が確認されるなど機能性食品としても注目されつつある<sup>5)</sup>。さらに、山梨大学との共同研究によって茎葉部についても高い抗酸化活性を有していることが明らかになり<sup>6)</sup>、その有効利用が期待される。

一方、甲州地鶏などの鶏肉は、本県の特産品の一つとして高い評価を得ている。しかし、鶏肉は保存性が低く、広域流通には冷凍保存が行われている。冷凍保存は肉の組織が破壊されるため、うまみの低下が課題となっていることから、冷蔵による保存期間の延長を目指した新たな鮮度保持技術の確立が求められている。畜産物の保存性を高める技術の一つとして抗酸化活性の高い資材を飼料に添加し、肉質改善を図る方法があり、製茶くずを給与した豚肉、茶ガラサイレージを給与した鶏卵、緑茶ガラを給与した鶏肉で保存性が高まることが実証されている<sup>7), 8), 9)</sup>。しかし、キノアの給与が鶏肉の保存性に及ぼす影響については不明である。

本研究ではキノアなどの抗酸化活性の高い地域産物を

飼料として利用し、鶏肉の保存性向上を目指した給与試験を行っている。これに伴い、飼料となるキノアの実産性向上技術の確立が必要となる。ここではキノア茎葉部を飼料に利用することを前提として、品種と刈取時期の違いが乾物収量に及ぼす影響を明らかにする。

### 2. 実験方法

試験は、2012年に総合農業技術センター内圃場(甲斐市下今井、標高312m、灰色低地土、前作緑肥)で行った。試験区は品種としてAmarilla de Marangani(以下、AM)、NL-6の2水準、刈取時期として播種60日後区(60日区)、播種90日後区(90日区)の2水準を設けた。試験規模は16.2m<sup>2</sup>/区の2反復とした。施肥は、N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>Oとして8-8-8kg/10a相当量を化成8号で全層施用した。播種は4月24日に条間60cmのすじ播きで行い、出芽後の間引きは行わなかった。栽培期間中の病害虫防除については生育中期にカメノコハムシの発生が認められたため、イミダクロプリドフロアブル4000倍液を5月29日と6月11日に散布した。調査は両品種の特性を把握するため、出蕾期、開花期、成熟期、及び播種40日後、60日後、90日後の草丈、穂長を計測した。また、収穫時には倒伏程度を観察により、0(無)、1(微)、2(小)、3(中)、4(大)、5(甚)の6段階で調査した。出蕾期および開花期は区内の40～50%の個体に出蕾、開花が確認された日とし、成熟期は子実の80～90%が指で押しもつぶれないようになった日とした。収穫は試験区全体を刈り取り、ビニールハウス内に

て2週間程度乾燥後に乾物重量を量った。

### 3. 結果

#### (1) 生育

両品種の出蕾期、開花期、成熟期及び倒伏程度を表1に示した。出蕾期、開花期ともにAMの方がNL-6より11～15日遅かった。NL-6の成熟期は90日区刈取時の7月23日となったが、AMは7月23日においても子実が肥大せず、成熟期に至らなかった。倒伏は両品種とも認められなかった。

草丈の推移を図1、穂長の推移を図2に示した。草丈は播種50日後ころから品種間差が認められ、AMはNL-6より60日区刈取時で50cm程度、90日区刈取時で100cm程度高かった。穂長はNL-6が60日区で伸長が停止したのに対して、AMは90日区まで伸長が認められ、90日区では20cm程度AMの方が長かった。

表1 品種別の出蕾期、開花期、成熟期および倒伏程度

品種	出蕾期	開花期	成熟期	倒伏程度 0-5
AM	6月6日	6月22日	-	0
NL-6	5月26日	6月7日	7月23日	0

-:90日区収穫時(7/24)において子実は成熟せず  
倒伏程度:0(無), 1(微), 2(小), 3(中), 4(多), 5(甚)の6段階評価(観察)

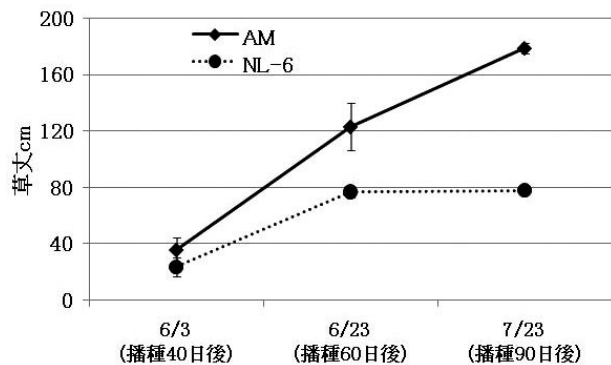


図1 品種、刈取時期の違いと草丈

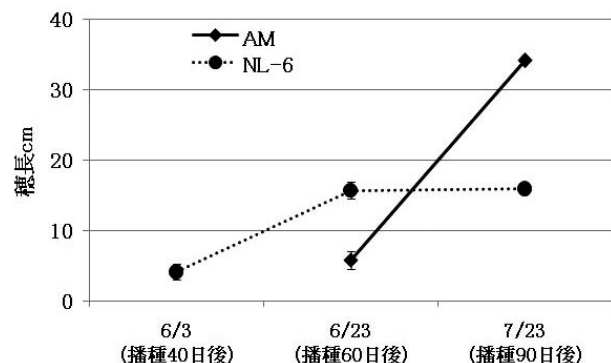


図2 品種、刈取時期の違いと穂長

#### (2) 乾物収量

茎葉部の乾物収量を図3に示した。いずれの刈取時期においてもAMがNL-6より多収になった。特に90日区はAMがNL-6の4倍以上となり800kg/10aを超えた。また、NL-6の90日区は60日区に対して90kg/10a減収したが、AMの90日区は60日区の約2.5倍増収した。

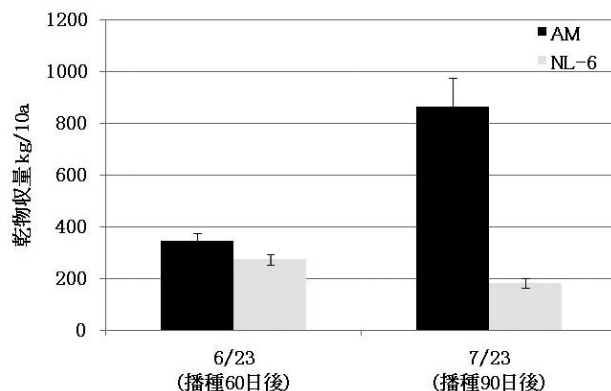


図3 品種、刈取時期の違いと乾物収量

### 4. 考察

当センターにおけるキノアの栽培技術に関する研究は主に子実を食用にするための生産性向上を目指した試験を実施してきた。本研究では茎葉部を飼料として利用する点で新たな試みである。品種についてはAMが播種90日後においても子実が肥大しなかった。AMについては開花後の長日条件によって子実の肥大が著しく抑制されることが明らかになっており<sup>10)</sup>、本試験でも4月播種を行ったため、開花期以降の長日条件が子実肥大を抑制した可能性が高い。すなわち、AMの4月播種は子実が成熟しないため、圃場内に脱粒しても雑草化する可能性が低く、飼料原料として茎葉を生産する品種として適していると考えられる。

生育についてはNL-6の草丈、穂長が播種60日後で伸長が停止したのに対して、AMは播種90日後まで伸長した。予備的に播種90日後に刈り取らなかった株についてその後の生育を確認したところ、生育量の増大は認められなかったため、今回の施肥体系においては、播種90日後程度がAMの最大生育量を示していることが示唆された。今後は、さらなる生育量の増大を目指した施肥量の検討が必要と思われる。ただし、本試験では倒伏が認められなかったが、過去の試験では開花期以降の著しい降雨によって折損の発生が増大する事例が見られるため、最適施肥量を検討するときは倒伏に及ぼす影響も考慮しながら決定することが必要である。

茎葉部の乾物収量は、播種90日後のNL-6で播種60日後より減収となった。これは子実に養分が転流されたことによるものと考えられる。一方、AMの播種90日後



は、播種60日後の2倍以上となり800kg/10aを超えた。生産コストを考慮すると、さらなる生育量の増大を目指すことが必要であるが、観察調査では播種90日後以降の伸長は認められないため、生育期間の延長による増収は難しいと思われる。飼料イネなどでは収穫時に地上部数十センチを残して再生を利用する2回刈り栽培が試みられている<sup>11)</sup>。キノアも刈取時期と刈取位置によって再生が認められるため、キノアの2回刈り栽培について収量性や労働コストを考慮しながら検討する必要がある。

今後は、本試験で生産されたキノアについて、畜産試験場にて給与試験を行い、鶏肉の保存性に及ぼす影響について検討するとともに、抗酸化活性の指標となるビタミンE含量についても調査していく予定である。

## 5. 結 言

本研究では抗酸化活性の高いキノアの茎葉部を飼料原料に資するため、生産性向上を目指した品種比較および刈取時期の検討を行った。その結果、有効な品種、刈取時期を明らかにすることができた。今後は鶏への給与試験を実施し、鶏肉の保存性に及ぼす影響を明らかにするとともに、キノア茎葉部におけるさらなる増収を目指した栽培技術の確立を目指す。

## 6. 謝 辞

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

## 参考文献

- 1) National Reserch Council: "Lost Crop of the Incas", National Academy Press, Washington, D. C., P.149-161, (1989)
- 2) 竹丘守, 石井利幸, 加藤知美, 内田一秀, 上野直也, 長坂克彦: 新作物キノアの生体調整機能の調査とその利用5) 技術の開発. 山梨県理工学研究機構研究報告書第1号, P.6-12, (2006)
- 3) 竹丘守, 石井利幸, 内田一秀, 堀内浩明, 上野直也, 長坂克彦, 加藤知美: 新作物キノアの生体調整機能の調査とその利用技術の開発. 山梨県理工学研究機構研究報告書第2号, P.6-13, (2007)

- 4) 竹丘守, 石井利幸, 藤木俊也, 上野直也, 中尾篤人, 廣瀬裕子: 新作物キノアの生態調整機能の調査とその利用技術の開発. 山梨県理工学研究機構研究報告書第3号, P.5-9, (2008)
- 5) 小川博, 日黒忠道, 渡辺克美, 光永俊郎: キノア投与が食餌性高脂血症誘導高血圧自然発生ラット (SHR) の血圧, 脂質代謝に及ぼす影響. 日本栄養食糧学会誌, 54 (4), P.221-227, (2001)
- 6) 廣瀬裕子, 鈴木安由子, 石井利幸, 竹丘守: 山梨県産新規作物キノアに含まれる機能性成分の探索と調理に伴う変動. やまなし産学官連携研究交流事業研究内容要旨集, P.19, (2009)
- 7) 安田みどり, 尊田民喜, 日野まど香, 武富和美, 坂井隆宏, 大曲秀明, 河原弘文, 武町秀明: 豚肉中の旨味および生理機能成分に及ぼす製茶くず給与の効果 (第2報) - 単飼による肥育前期からの給与試験-. 西九州大学紀要第36号, P.71-77, (2006)
- 8) 松馬定子, 荒金知宏, 佐野通, 森尚之, 奥田宏健: 地域食品製造副産物を利用した高機能畜産物の生産技術の開発-採卵鶏における茶ガラサイレージ給与による卵質及び鶏体への影響-. 岡山県総合畜産センター研究報告第15号, P.133-136, (2004)
- 9) 荒金知宏, 佐野通, 松馬定子, 森尚之, 奥田宏健: 地域食品製造副産物を利用した高機能畜産物の生産技術の開発-緑茶ガラの給与がおかやま地どりの発育および肉質に及ぼす影響-. 岡山県総合畜産センター研究報告第15号, P.17-22, (2004)
- 10) 氏家和宏, 笹川亮, 山下あやか, 磯部勝孝, 石井龍一: 我が国におけるキノア (*Chenopodium quinoa* WILLD.) 栽培に関する作物学的研究-第1報子実収量から見た関東地方南部における播種適期の検討-. 日作紀76 (1), P.59-64, (2007)
- 11) 小林良次, 佐藤健次, 服部育男: 飼料イネ中晩生品種「スプライス」の2回刈り再生稲栽培における適性, 日草誌52, P.133-137, (2006)



# LED単波長光照射が動植物の生体に 及ぼす影響と利用技術に関する研究

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



# 動植物への単波長照射に適したLED光源の開発

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

**要約** 市販されている単波長LED照明装置について色による照度のばらつきと温度依存性を測定し、動植物への実験用途に即した照度に調整する改良を行った結果、実験したLED照明の87%が52lx±10%の範囲に収まった。

## Development of the LED Light Source Suitable for Monochromatic Light Irradiation to Animals and Plants.

Hiroshi Kono<sup>1</sup>, Kazuhiro Kijima<sup>1</sup>, Fumiaki Suzuki<sup>1</sup>, Toshiya Fujiki<sup>2</sup>, Koichi Kubota<sup>2</sup>, Sachi Funai<sup>3</sup>, and Koichi Matsushita<sup>3</sup>  
(<sup>1</sup>Yamanashi Prefectural Industrial Technology Center, <sup>2</sup>Yamanashi Prefectural Agritechology Center, <sup>3</sup>Yamanashi Prefectural Livestock Experiment Station)

**Abstract** We measured variance and temperature dependence of the illuminance of monochromatic LED lamps that are commercially available, and then adjusted the illuminance to be suitable for the experiment that we irradiate animals and plants. As a results, 87% of the LED lamps that we prepared were adjusted illuminance to the value in the range of 52lx±10%.

### 1. 緒言

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

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

洋ラン栽培と養鶏では必要な波長、光強度などが異なるため、平成24年度は市販されている園芸用単波長LED照明装置について色による照度のばらつきと温度依存性を測定し、実験用途に即した照度に調整する改良を行った。

### 2. 実験方法

#### 2-1 単波長LED照明装置の照度測定

市販LED照明は主に白色光の開発に重点が置かれているが、最近では農業用製品の単波長LED光源も製品化されてきている。ただし、洋ラン栽培と養鶏では必要な波長、光強度、配光性および使用環境が異なるた

め、用途に適した光源の調整が必要となる。今回は、市販されている園芸用LED照明（鍋清 DELED Plants DOWN LIGHT Series）を用いて実験を行った。図1に示すように、LED照明を固定し、1mの間隔をおいたところで照度計（コニカミノルタ T-10）により照度を測定した。測定時は、暗幕と空調により外乱光と周囲温度変化の影響を低減している。また、データロガー（GRAPHTEC GL200A）によりヒートシンク温度、周囲温度の連続測定を並行した。



図1 照度測定の様子

#### 2-2 単波長LED照明装置の照度調整

本研究ではLED照明の色ごとに照度を同程度にして比較実験を行うことが想定されるため、2-1で得られた結果をもとに照度調整を試みた。照度調整には吸収型NDフィルタ（Edmund Optics φ50 OD0.5, OD0.6）を用いた。フィルタを照明へ固定するため、3Dプリンタ（Objet Connex500, 使用樹脂 Objet VeroGray）でジグを作製した。

### 3. 結果および考察

#### 3-1 照度測定

照度を測定した結果の一例を図2から図3に、ヒートシンク温度と照度との関係を図4に示す。これらの測定結果から、次の知見が得られた。

- ・照度はヒートシンク温度の変化にともなって変化する。また、気温にも依存する。
- ・赤色、緑色はヒートシンク温度上昇にともなって照度が減少するが、青色は増加する。

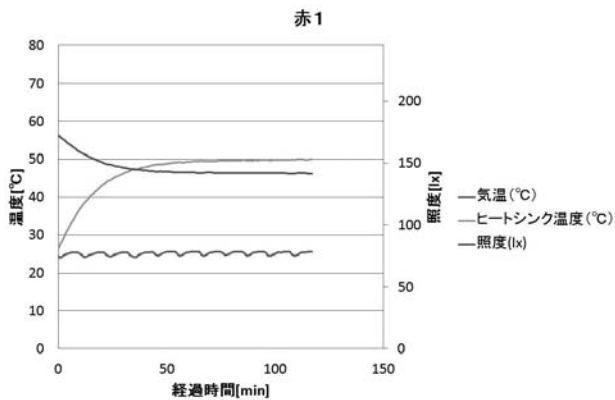


図2 赤色LEDの照度測定結果の一例

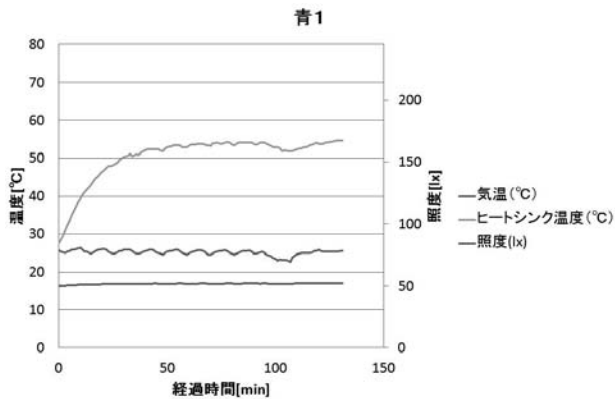


図3 青色LEDの照度測定結果の一例

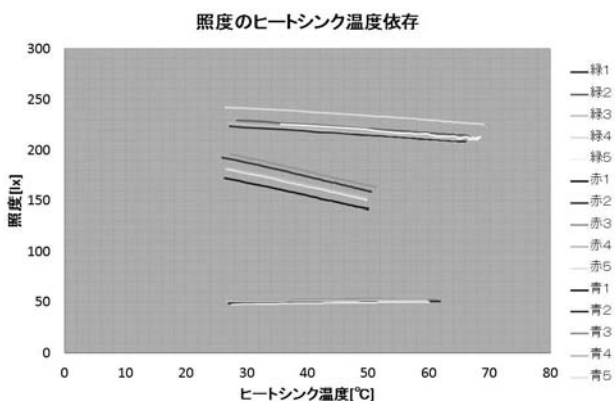


図4 全LEDのヒートシンク温度による照度変化

・室温が25℃の環境下においては、照度が安定するまでにおよそ60分以上を要する。

今回用いたLED照明の最終的な到達照度は、赤色が150lx前後、緑色が200lx前後、青色が50lx前後であったため、青色の照度を基準にして赤色、緑色をNDフィルタにより、それぞれ1/3、1/4に減光して照度調整を行うこととした。

#### 3-2 照度調整

色ごとの照度を同程度にするために改良したLED照明を図5に、これらを用いて照度を測定した結果を図6に示す。また、測定結果から得られた最終到達照度のヒストグラムを図7に示す。



図5 照度調整後のLED (左から赤,緑,青,オリジナル品)

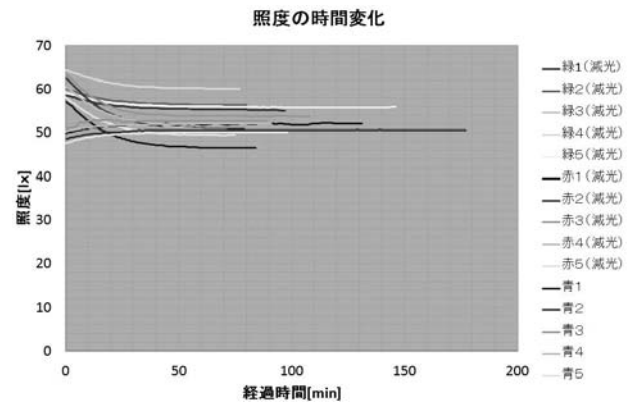


図6 照度の時間変化

#### 照度分布

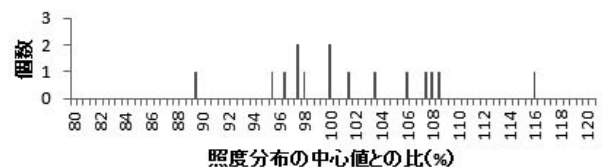


図7 最終到達照度のヒストグラム

実験したLED照明15個中13個 (87%) が中心値である52lx±10%の範囲に収まった。図8に改良したLED照明を用いて実際に実験している様子を示す。



図8 改良したLED照明を使った実験風景

#### 4. 結 言

市販されている単波長LED照明装置について色による照度のばらつきと温度依存性を測定し、実験用途に即した照度に調整する改良を行った。今後は、光の拡散や光量の調節機構について検討を進めていく。

