

高糖度かんしょ「べにはるか」の加工特性評価について（第2報）

徳田正樹
食品産業担当

Evaluation of processing characteristics of
high sugar content sweet potato 'Beniharuka' (2nd Report)

Masaki TOKUDA
Food Industry Section

要 旨

高糖度、粘質系サツマイモの加工品開発に多くの食品企業が取り組む中、その技術相談に対応するため、当センターで加工利用に関する知見を蓄積し、その情報を県内企業に提供することを目的として、「べにはるか」の加熱加工特性について検討した。

焼成温度と時間について検討した結果、170℃、90分加熱が、焼きいも品質の安定性、作業時間の点から最も推奨できる方法であると判断した。また、中心温度の解析結果から、温度上昇が直線的である30℃から75℃までの所要時間が、140℃では、直径（以下サイズ）50mmサイズのものより60mmサイズが9分長くなった。170℃では8分、200℃では7分、それぞれ長くなった。このことから、焼成時間をサツマイモのサイズにより、適宜増減することで、安定的に良好な品質の焼きいもを製造できることがわかった。事業者が詳細な製造条件を決定する際の目安として利用可能と考えられる。

170℃、60～80分加熱、その後200℃まで昇温後10分加熱する2段階加熱法により、焼きいもの品質向上が可能であった。

さらに、糊化温度に近い65℃までの加熱を電子レンジで行うことで、加熱時間の短縮が可能であることが確認された。電子レンジの200Wで3～4分加熱することにより、170℃での焼成時間を30分程度短縮することが可能であった。

1. はじめに

サツマイモは、青果用以外にも焼酎用、デンプン用、加工用など様々な用途があり、用途別の品種育成も盛んに行われている。⁽¹⁾最近では、焼きいもや干しいも、スイーツなどが人気で消費も伸びている。特に、焼きいもはスーパーやコンビニでも販売され、専門店もできるなどブームとなっており、スイーツとしての地位を確立している。

その要因として、昔ながらのほくほくした食感ややさしい甘さの焼きいもからねっとりした食感で甘みの強い焼きいもへと変わってきたことが考えられる。高糖度で粘質系のサツマイモの消費は拡大しており、今後もしばらくは続いていくものと予想される。

九州沖縄農業研究センターが育成し、2010年3月に品種登録された「べにはるか」は高糖度、粘質系のサツマイモである。当県では、収穫後40日以上貯蔵し、甘みを十分に引き出した「べにはるか」を「甘太くん」（全農おおいの商標）のブランドで販売しており、生産拡大を進めている。

高糖度、粘質系サツマイモを使用した加工品開発が盛んに行われる中、その加工特性を評価し、加工利用の知見を得ることで適切な加工技術情報を県内企業に提供す

ることは重要な課題である。

昨年度は、「べにはるか」の糊化特性について検討し、品種、貯蔵期間等によって異なることが確認された。

そこで、本年度は「べにはるか」の加熱加工特性について検討することとした。

2. 実験方法

2.1 供試材料

農林水産研究指導センター農業研究部で栽培された「べにはるか」を収穫直後および44日貯蔵後に入手し、試験に供試した。

「べにはるか」は試験に供するまで、室温で保管した。

2.2 加熱方法

焼成は乾熱殺菌器（GRAVITY OVEN LG-122, TABAI）（以下オープン）を用いた。

庫内温度が設定温度（140℃、170℃、200℃）に到達後、焼成を行った。焼成後、常温で1時間放置後、分析に供した。

電子レンジ（JM-17E, Haier）による加熱についても検討した。

2.3 温度測定

熱電対温度ロガー（TR-75wb, ティアンドデイ）を使用して、サツマイモの中心温度、オーブンの庫内温度を測定した。

2.4 糖度

焼成後の焼きいもの中央部を切り出し、ペースト状にすりつぶした試料 10g に蒸留水 20ml を加え、ろ過したろ液を、デジタル糖度計（PR-201α, アタゴ）で測定した。

140℃, 170℃, 200℃いずれの設定温度でも、上段, 中段, 下段で温度上昇速度に差は見られなかった。

設定温度への到達時間は、140℃が 28 分, 170℃が 36 分, 200℃が 55 分であった。設定温度までほぼ直線的に昇温することが確認された。

また、オーブンの扉の開閉時の温度変化は下段が最も大きかった。

以上の結果より、焼成は庫内温度が最も安定している上段で行うこととした。

3. 結果及び考察

3.1 オープン内部の温度分布

オープン庫内（Fig. 1）の設定温度ごとの温度変化を測定した結果を Fig. 2 に示した。



Fig. 1 オープン庫内

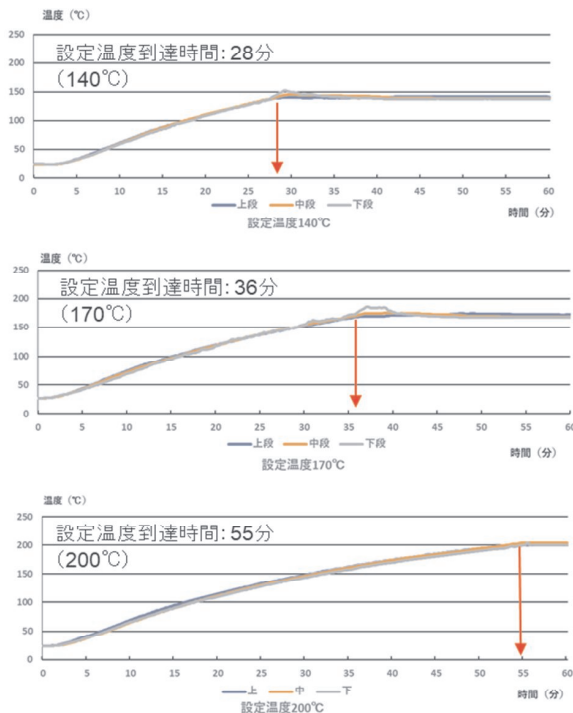


Fig. 2 オープン庫内の温度変化

3.2 焼成温度と時間

設定温度で一定時間焼成を行った焼きいもの品質を調査した結果について、Table 1 に示した。

収穫直後のサツマイモは試験に供するまで室温で保管していたため、44 日貯蔵後に入手したサツマイモと焼成後の品質にほとんど差がなく、併せて評価しても問題ないと判断した。

また、サツマイモの重量よりも太さ（サイズ）により、品質に差が見られたので、サイズごとに評価を行った。

Table 1 焼成条件と焼きいもの品質

焼成条件	直径 (mm)	減量率 (%)	糖度 (°)	評価	備考
140℃	60分 <50	11.4	38.0	×	小さいサイズでも加熱不足
	90分 <50	15.8	33.4	△	わずかに固き残る
	60分 <60	12.3	30.3	×	中心部に固き残る
	120分 <50	17.6	34.2	◎	ねっとり、クリーム状、甘み強い
	60分 <60	16.0	35.4	◎	ねっとり、しっとり感も残る、甘み強い
	150分 <60	18.7	34.1	○	ねっとり、焦げなし
180分 <60	18.3	31.8	×	焼きすぎ部分あり	
170℃	60分 <40	22.1	45.9	◎	しっとり、甘み強い、90分と同等
	<50	14.5	38.9	○	しっとり、甘み強い
	<60	14.1	42.0	△	しっとり、やや加熱不足
	90分 <50	22.9	41.5	◎	ねっとり、蜜状、甘み強い、香りよし
	<60	17.2	37.2	◎	ねっとり、蜜状、甘み強い、香りよし
	120分 <50	31.5	44.1	○	周辺部こげ、わずかに固い部分あり
<60	-	39.2	○	周辺部こげ、わずかに固い部分あり	
200℃	30分 <40	17.2	43.5	○	しっとり、甘み強い
	<50	14.1	40.2	○	しっとり、甘み強い
	<60	11.8	36.0	△	一部固い部分が残る
	60分 <40	28.8	47.7	◎	ねっとり、甘み強い、香りよし
	<50	21.7	43.8	◎	ねっとり、甘み強い、香りよし
	<60	19.0	37.8	◎	ねっとり、甘み強い、香りよし
90分 <50	29.4	41.3	○	ねっとり、香り強い、固い部分あり	
<70	23.9	36.3	○	ねっとり、香り強い、固い部分あり	

140℃では、120 分加熱した焼きいもの品質が良かった。60 分, 90 分では、40mm サイズでも中心部に固い部分が残ったり、生煮えの部分があり、明らかに加熱不足であった。150 分では、ねっとり感が増し、周辺部に焦げが生じた。しっとり系よりもねっとり系を好む消費者には、評価が高いのではないかと考えられる。180 分では、明らかに焼きすぎて固くなる部分があった。

170℃では、90 分加熱した焼きいもの品質が良かった。40mm サイズでは、60 分でも 90 分のものと同等の品質となった。また、50mm サイズでは、90 分加熱よりしっとりとした焼きいもとなり、水分多めが好みの消費者には十分満足できる品質であった。60mm サイズでは、やや加

熱不足であった。120 分では、ねっとり感が増し、周辺部に焦げが生じた。しっとり系よりもねっとり系を好む消費者には、評価が高いと考えられる。

200℃では、60 分加熱したものの評価が高かった。30 分でも、50mm サイズではしっとりとした焼きいもとなり、水分多めが好みの消費者には十分満足できる品質であった。60mm サイズでは、加熱不足と判断した。90 分では、ねっとり感が増し、周辺部に焦げが生じた。しっとり系よりもねっとり系を好む消費者には、評価が高いと考えられる。

減量率は、15%前後ではしっとりとした食感、18%前後ではしっとりとなつりの中間の食感、20%を超えるとねっとりとした食感になった。

糖度は、34 度以上であれば、十分甘く感じられた。40 度を超えると、少ししつこさを感じる消費者も居るかもしれないレベルであった。

以上の結果、焼成温度は 140℃では加熱時間が長くなり、作業性が劣ること、200℃ではサイズによって加熱時間の微妙な調整が必要となり、加熱し過ぎの可能性あることから、170℃、90 分加熱が、焼きいも品質の安定性、作業時間の点から最も推奨できる方法であると判断した。

ただし、商品として目指す品質やサイズにより焼成時間にはある程度の幅があるため、最適な製造条件については、各事業者で追加の検討が必要になるものと考えられる。

3.3 焼きいもの中心温度

焼成中のサツマイモの中心温度の変化と焼きいも品質の関係について検討するため、サツマイモの中心部に熱電対温度ロガーのセンサー部分を差し込み、中心温度を測定した。各設定温度で焼成した焼きいもの中心温度の推移を Fig. 3 に示した。75℃位までは直線的に昇温し、その後昇温速度が低下、100℃付近で一定となった。品質の良かった加熱条件におけるサツマイモの中心温度について解析した結果を Table 2 に示した。

「べにはるか」の糊化温度に近い 65℃からβ-アミラーゼが失活する 75℃までの時間（以下糖化進行時間）は、焼きいもの糖度に大きく影響を及ぼすと考えられる。

糖度を十分に引き出すには、50mm サイズのサツマイモの場合、140℃では 8 分以上、170℃では 5 分以上、200℃では 4 分以上の糖化進行時間が必要であると推察された。

さらに、75℃から焼成終了までの時間は、50mm サイズの場合、140℃では 90 分以上、170℃では 50 分以上、200℃では 30 分以上の焼成時間が必要であると推察された。

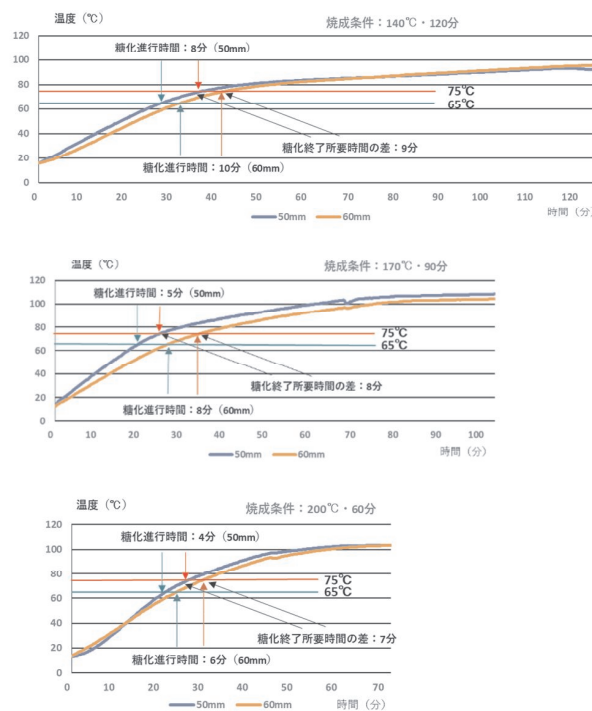


Fig. 3 焼きいもの中心温度の推移

Table 2 中心温度の解析結果

焼成条件 (温度)	直径 (時間)	糖化進行時間 (65~75℃)	糖化後焼成時間 (75℃~終了)	糖化終了までの所要時間 (30~75℃)	
140℃	120分	<50	8分	90分	23分
		<60	10分	-	32分
170℃	90分	<50	5分	50分	17分
		<60	8分	-	25分
200℃	60分	<50	4分	30分	13分
		<60	6分	-	20分

加えて、サイズ毎に詳細に焼成時間を決定する目安とするため、温度上昇が直線的である 30℃から 75℃までの所要時間を調査した結果、140℃では、50mm より 60mm サイズが 9 分長くなった。170℃では 8 分、200℃では 7 分、それぞれ長くなった。このことから、焼成時間をサツマイモのサイズにより、適宜増減することで、安定的に良好な品質の焼きいもを製造できることがわかった。事業者が詳細な製造条件を決定する際の目安として活用できると考えられる。

3.4 2 段階加熱法

焼きいもの品質向上を目的として、焼成温度を途中で変える 2 段階加熱法について検討した結果を Table 3 に示した。

最も品質の安定している 170℃で 1 段階目の加熱を行った。その後、オープン庫内を 200℃まで昇温し、200℃で 10 分焼成を行った。その結果、170℃で 60 分、200℃ま

Table 3 2段階加熱法による焼きいも品質

焼成条件		減量率	糖度	評価	備考
1段階目	2段階目	(%)	(°)		
170°C	45分	200°C 10分	17.9	41.4	△ しっとり、甘み強い
		20分	20.0	38.7	× 焼きすぎ部分あり
	60分	10分	21.9	38.7	◎ ねっとり、蜜状、甘み強い、香りよし
	90分	10分	26.1	41.7	○ 周辺部こげ、わずかに固い部分あり

で昇温後、10分焼成することで、香ばしさがプラスされ、周辺部にほどよい焦げ目がついて焼きいもらしきが増した。170°C加熱90分では、さらにねっとり感が増したが、部分的に固くなる箇所があった。消費者の好みにもよるが、1段階目の170°Cでの焼成時間は、60～80分程度が最適であると考えられる。また、2段階目の200°C加熱は、10分以上だと焼きすぎて固くなる傾向が見られた。

実際に焼きいもを大量に製造する際には、作業効率が落ちるが、2段階加熱により品質向上が可能であることがわかった。今後、作業効率を落とさずに製造する条件について、検討する必要があると考える。

3.5 短時間加熱法

焼成時間の短縮を目的として、オープンでの焼成前の電子レンジによる加熱の有効性について検討した結果をTable 4に示した。

糊化温度に近い65°Cまでの加熱を電子レンジで行うことで、加熱時間の短縮が可能であることが確認された。電子レンジの200Wで3～4分加熱することで、中心温度は60°C前後まで上昇した。その後、170°Cで60分焼成することで、品質の良い焼きいもが得られた。オープンのみで焼成するよりも、肉質がとろとした感じになった。焼成時間を30分程度短縮することが可能であった。

電子レンジを活用することで、焼成時間の短縮が可能となり、作業効率は良くなった。2段階加熱、電子レンジの活用などの手法を組合せ、最適な加工法を検討していくことも今後の課題であると考えられる。

Table 4 電子レンジ活用法による焼きいも品質

焼成条件		直径	減量率	糖度	評価	備考		
電子レンジ	オープン	(mm)	(%)	(°)				
200W	3分	170°C	30分	<50	8.1	34.5	×	中心部に固さ残る
	4分			<60	9.8	37.2	×	中心部に固さ残る
	3分	60分		<50	16.7	39.0	◎	ねっとり、とろとろ
	4分			<50	18.6	42.9	◎	ねっとり、とろとろ

4. まとめ

本研究では、消費が伸びており、本県でも生産の拡大が続いている高糖度、粘質系のサツマイモ「べにはるか」

の加工特性を評価し、加工利用の知見を得るため、加熱加工特性について検討した。

オープンを用いた焼成試験により、良好な品質の焼きいもを得るための焼成温度、時間をサイズ別に明らかにすることができた。

また、焼成中の中心温度を解析することで、事業者が詳細な製造条件を決定する際の目安となる数値を導くことができた。

さらに、品質向上のための2段階加熱法や焼成時間短縮のための電子レンジ活用法などの検討も行い、いくつかの知見を得ることができた。

今回得られた結果を参考として、作業効率なども考慮した最適な加工方法を開発していくことが今後求められる。

焼きいも以外の加工品開発も盛んに行われていることから、「べにはるか」の加工利用の知見の蓄積は益々重要な課題となるものと考えられる。

参考文献

- (1) 狩谷明男, かんしょの需要動向と品種の動向, 野菜情報, 11 (2016)