

## No.8817 調理過程における米の特性に及ぼす食塩添加の影響

長沼 誠子 (秋田大学教育学部)

## 1. 研究の目的

食物の嗜好性の向上をはかるために、調理過程において調味料が添加されるが、基本的調味料である食塩には塩味の付与だけではなく、外観(色)、テクスチャーなどの物理的な味の改善という調理学的効果があることが知られている。

一方、食品としての米は、従来、炊飯という伝統的な調理方法によって米飯として食されてきたが、近年、多様な米の選択・入手が可能になったこと、食物に対する嗜好が多様化したこと、などの食生活の変化に伴い、米の食べ方すなわち食形態、調理操作の仕方、調味の仕方に関する検討が必要であると考えられる。

本研究は、米の品質特性に応じた食物の調製方法の検討の一環として、米の調理における食塩の活用方法を検討するために、調理過程における米の特性に及ぼす食塩添加の影響を明らかにするものである。ここでは、調味米飯の性状に及ぼす食塩添加の影響について明らかにしたい。

## 2. 研究の方法

品質特性の異なる秋田県産米(水準4)を実験材料とし、調味米飯として食塩添加飯(水準3)を調製し、二元配置法による実験計画を立て、実験を行なった。すなわち、品質区分の異なる1987年・1988年産米4種、A米(上米A、1類ササニシキ)、B米(上米B、あきたこまち)、C米(中米、2類キヨニシキ)、D米(標準価格米、3類)を用いた。各米300gを洗浄、加水し、60分間浸漬した後、一定量の食塩を添加し、自動炊飯を行なった。15分間蒸らし後、測定用試料とした。加水量は米重量の1.5倍とし、食塩添加量は加水量の0%、0.5%、1.0%とした。

測定項目は、米の一般成分(水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗灰分)、米の炊飯特性(加熱吸水率、ヨード呈色度、pH)、調味米飯の炊き上がり倍率、テクスチュロメータによる調味米飯の物理的特性、 $\beta$ -アミラーゼ-プルランナーゼ法による調味米飯の糊化度、赤外線水分計による調味米飯の脱水率、順位法による官能検査、とした。

## 3. 研究の結果および考察

1) 米の品質特性をみると、A米、B米はC米、D米に比べ水分が多く、粗蛋白質量が少なく、また、加熱吸水率が高いという傾向が認められた。

2) 調味米飯の炊き上がり倍率は2.21~2.24倍であり、米の品質間、食塩添加量間に有意差は認められなかった。

3) 調味米飯の物理的特性をみると、飯粒の硬さにおいて米の品質間に1%の危険率で、食塩添加量間に5%の危険率でそれぞれ有意差が認められた。また、飯粒の粘り/硬さ、付着性/硬さにおいて米の品質間に有意差が認められた。米の品質の違いにより調味米飯の物理的特性が異なること、いずれの米においても食塩を添加することにより飯粒の硬さが減少すること、が明らかにされた。

4) 調味米飯の糊化度では、米の品質間に1%の危険率で、食塩添加量間に5%の危険率でそれぞれ有意差が認められた。A米、B米の糊化度は高く、一方、食塩の添加によって糊化度が高くなることが明らかにされた。

5) 調味米飯の脱水率をみると、米の品質にかかわらず、食塩添加によって脱水速度が緩慢になる傾向が認められた。

6) 官能検査の結果をみると、食塩を添加しない場合、D米、C米は有意に好まれなかったが、食塩を添加することによって、米の品質間の嗜好差は認められなくなった。

以上より、調理過程において食塩を添加することは、デンプンの糊化状態を良好にし、飯粒の硬さを減少させ、調味米飯の嗜好性に影響を及ぼすものと考えられる。



No.8817 調理過程における米の特性に及ぼす食塩添加の影響

長 沼 誠 子 (秋田大学教育学部)

1. 研究の目的

食物の嗜好性の向上をはかるために、調理過程において調味料が添加されるが、基本的調味料である食塩には塩味の付与だけではなく、外観(色)、テクスチャーなどの物理的な味の改善という調理学的効果があることが知られている。

一方、食品としての米は、従来、炊飯という伝統的な調理方法によって米飯として食されてきたが、近年、多様な米の選択・入手が可能になったこと、食物に対する嗜好が多様化したこと、などの食生活の変化に伴い、米の食べ方すなわち食形態、調理操作の仕方、調味の仕方に関する検討が必要であると考えられる。

これまでの調理科学的研究において、米の吸水に及ぼす食塩の影響<sup>1)</sup>、米飯の老化に及ぼす食塩の影響<sup>2)</sup>、米飯の食味に及ぼす食塩の影響<sup>3)</sup>、などの検討がみられるが、実験材料である米の種類が限定されていること、何故そのような現象がおこるのかという要因の解明がなされていないこと、などの課題が残されていると思われる。

米という食品をおいしく食べられる食物にするためには、加水と加熱による米の主成分であるデンプンの糊化が必要である。この米の調理の原理に基づき“米の食物化”をまとめ、表1に示した。これより、米の調理と食塩とのかかわりは多様であることから、米の調理における食塩の役割について、さらに検討する必要があると思われる。

本研究は、米の品質特性に応じた食物の調製方法の検討の一環として、米の調理における食塩の活用方法を検討するために、調理過程における米の特性に及ぼす食塩添加の影響を明らかにするものである。ここでは、調味米飯の性状に及ぼす食塩添加の影響について明らかにしたい。

表1 米の食物化

食品(米)		調味(+水)		調理操作(+熱)		食物
品質	食形態	副材料	調味料	加熱調理操作	機械的調理操作	食物名例
種類 品種 産地 栽培管理 乾燥 貯蔵 精米加工	粒食	水		加熱(炊く)		飯
		水	* 塩			味付け飯
		水	* * 塩			炊きこみ飯
		水	* * 塩	整形		握り飯
		水	* * 塩	混合		ずし飯
		水	* * 塩	混ねつ		半つき餅
		水	* * 塩	加熱(煮る)		雑炊
		水	* * 塩	加熱(蒸す)		蒸しずし
		水	* *	加熱(焼く)		
		水	* * 塩	加熱(炒める)		炒飯 ビラフ
	水	* *	放置(保温)		甘酒	
	水		加熱(煮る)		粥	
	水		浸漬 整形		ささまき	
	水	* * 塩	浸漬 磨砕		あさづけ	
	水	* *	加熱(蒸す)		強飯	
	水			混ねつ	餅	
	水		加熱(焼く)			
	粉食	水	塩	混合・混ねつ	加熱(煮る)	ライスめん
		水		整形	加熱(蒸す)	たんご
		水	* *			蒸しパン
水		* * 塩		(焼く)	せんべい	
水		* *		加熱(焼く)	ケーキパン	
水		* *		加熱(揚げる)	てんぷら衣	
水				加熱(炒める)	こうせん	

\* 各種副材料、調味料

## 2. 研究の方法

### 1) 実験材料および試料の調製方法

品質特性の異なる秋田県産米(水準4)を実験材料とし、調味米飯として食塩濃度の異なる食塩添加飯(水準3)を調製し、二元配置法による実験計画を立て、実験を行なった。すなわち、品質区分の異なる1987年・1988年産米4種、A米(上米A、1類ササニシキ)、B米(上米B、あきたこまち)、C米(中米、2類キヨニシキ)、D米(標準価格米、3類)を用いた。以下、A米、B米、C米、D米と記す。各米300gに水道水を加えて10回攪拌後換水し、これを5回くり返した。1分間水切り後、洗米によって付着した水を含めて米重量の1.5倍になるように精製水を加え、60分間浸漬した。一定量の食塩を添加し、電気炊飯器(東芝株式会社製RCR-S10F)を用い自動炊飯を行ない、15分間蒸らし後、測定用試料とした。食塩は試薬一級塩化ナトリウムを用い、その添加量は加水量の0%、0.5%、1.0%とした。

### 2) 測定方法

- (1) 米の水分 105°C10時間乾燥法によった。
- (2) 米の粗蛋白質 ケールダール法によった。
- (3) 米の粗脂肪 ソックスレーの抽出法によった。
- (4) 米の粗灰分 505°C灰化法によった。
- (5) 米の食物繊維 Aspら<sup>4)</sup>の方法によった。
- (6) 米のアミロース Juliano<sup>5)</sup>の方法によった。
- (7) 米の炊飯特性 竹生ら<sup>6)</sup>の方法によった。
- (8) 調味米飯の物理的特性 飯については各60gをアルミシャーレに入れ、飯粒については釜内中央部より密閉容器に取り、それぞれ60分間20°Cに放置後、テクスチュロメータ(全研株式会社製GTX-2)を用い測定した。測定条件は次のとおりである。飯：カップ法、プランジャー ルサイト18mm、受皿 アルミシャーレ内径70mm、クリアランス 2mm、電圧1V、チャート速度 750mm/min、バイト速度 6回/min、飯粒：三粒法、プランジャー ルサイト18mm、受皿 アルミシャーレ内径24mm、クリアランス 0.2mm、電圧1V、チャート速度 750mm/min バイト速度6回/min。第一パラメータとして硬さ、粘り、付着性、凝集性、第二パラメータとして粘り/硬さ、付着性/硬さを求めた。
- (9) 調味米飯の糊化度 蒸らし直後の釜内中央部の飯10gを秤取し、アルコール、アセトンを用い脱水粉末試料を調製し、 $\beta$ -アミラーゼ-プルラナーゼ法<sup>7)</sup>により糊化度を求めた。
- (10) 調味米飯の脱水率 蒸らし後 120分20°Cに放置した釜内中央部の飯5gを秤取し、赤外線水分計(ケット科学研究所製F-1B)を用い測定した。
- (11) 調味米飯の官能検査 食塩添加により米の品質による嗜好差が縮小することを仮説とし、異なる品質の米から調製した食塩添加量が同一水準である4種の調味米飯を供し、順位法<sup>8)</sup>により、その食味の好ましきについて順位をつけてもらった。パネルは、白飯(食塩添加量0%)の嗜好性において一貫した判定能力を有する秋田大学教育学部家政学研究室学生9名とした。

## 3. 研究の結果および考察

## 1) 米の品質特性

実験材料として用いた米の成分を表2に、米の炊飯特性を表3に示した。数値は測定3回の平均値である。

水分は、A米14.98%、B米14.90%で多く、次いでC米14.68%、D米14.57%であった。

粗蛋白質量は、D米が7.06%で最も多く、次いでC米6.88%、B米6.80%、A米6.58%であった。

粗脂肪量、粗灰分量は全体として少なく、米の種類間に大差はみられなかった。

食物繊維量は、C米、D米が多く、A米、B米が少ないという結果が得られた。

アミロース量については、米の種類間に差異は認められなかった。

加熱吸水率は、A米、B米が高く、一方、C米、D米は低いという結果が得られた。

ヨード呈色度については、C米が高いという傾向がみられたが、測定値にバラツキがあり、米の品質間の差異は明らかにできなかった。

pHは、B米においてやや高かった。

これより、一般に品質評価の高いA米、B米は、中米であるC米、標準価格米であるD米に比べ、水分量が多いこと、蛋白質量が少ないこと、食物繊維量が少ないこと、また、加熱吸水率が高いことが認められた。飯(白飯)の食味評価と米の蛋白質との相関性は高く、良質米に区分されている米は蛋白質量が少ない<sup>9)</sup>と報告されているが、本実験においても同様の結果が得られた。

## 2) 調味米飯の性状に及ぼす食塩添加の影響

4種の米を用い、食塩添加量の異なる3種の調味米飯を調製したが、通電時間は18~19分、炊き上がり倍率は2.21~2.24倍であり、米の品質間、食塩添加量間に有意差は認められなかった。

表2. 米の成分

	A米	B米	C米	D米
水分(%)	14.98	14.90	14.68	14.57
粗蛋白質(%)	6.58	6.80	6.88	7.06
粗脂肪(%)	0.41	0.59	0.40	0.49
粗灰分(%)	0.32	0.38	0.39	0.34
食物繊維(%)	1.17	1.26	1.78	1.76
アミロース(%)	22.75	22.36	22.36	22.95

表3. 米の炊飯特性

	A米	B米	C米	D米
加熱吸水率	108.25	105.37	95.42	98.82
(%)				
ヨード呈色度	7.13	6.34	9.17	3.25
pH	6.62	6.76	6.69	6.69

調味米飯の物理的特性に及ぼす食塩添加の影響について、カップ法による測定結果を図1、図2に示した。値はいずれも測定10回の平均値である。分散分析の結果、飯の硬さ、飯の粘りには、米の品質間、食塩添加量間のいずれにおいても有意差は認められなかった。他のパラメータについても有意差は認められなかった。カップ法による測定は、飯の塊としての物理的特性を明らかにするもので、その硬さや粘りは飯粒同士の結着力の強弱を示すものであるが、今回用いた米の種類の違い、食塩添加による結着力の増減などを明らかにすることはできなかった。

三粒法による測定結果を図3、図4、図5に示した。米飯粒そのものの物理的特性を明らかにしたものであるが、米飯粒の硬さ(図3)において、米の品質間に1%の危険率で、食塩添加量間に5%の危険率でそれぞれ有意差が認められた。すなわち、上米は中米、標準価格米に比べ硬さの値が小さいこと、いずれの米においても食塩を添加することによって米飯粒の硬さが減少すること、が明らかにされた。米飯粒の粘り、付着性、凝集性には有意差が認められなかったが、硬さと粘りのバランス度(図4)、硬さと付着性のバランス度(図5)には米の品質間に有意差が認められ、米の品質の違いにより調味米飯のテクスチャーが異なることが明らかにされた。これらは、米の品質特性において、A米、B米は水分量が多く、加熱吸水率が高かったこととも関連があると思われる。

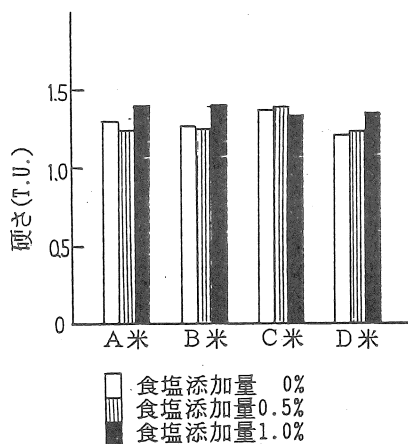


図1. 調味米飯の硬さに及ぼす食塩添加の影響

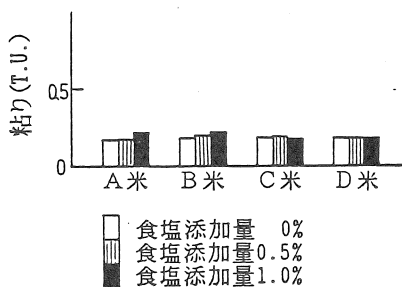


図2. 調味米飯の粘りに及ぼす食塩添加の影響

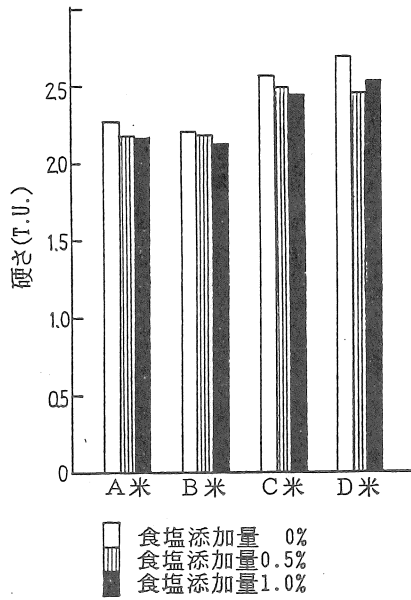


図3. 調味米飯粒の硬さに及ぼす食塩添加の影響

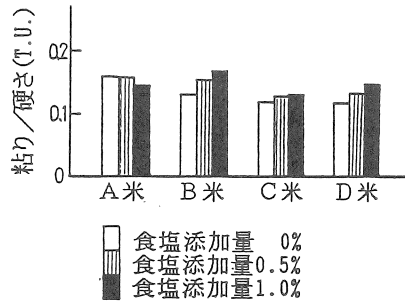


図4. 調味米飯粒の“粘り/硬さ”に及ぼす食塩添加の影響

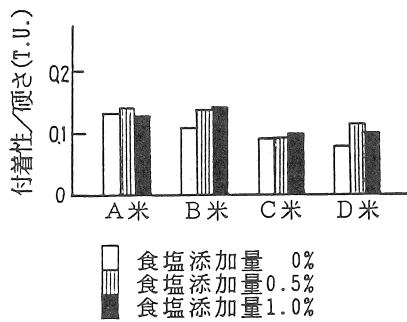


図5. 調味米飯粒の“付着性/硬さ”に及ぼす食塩添加の影響

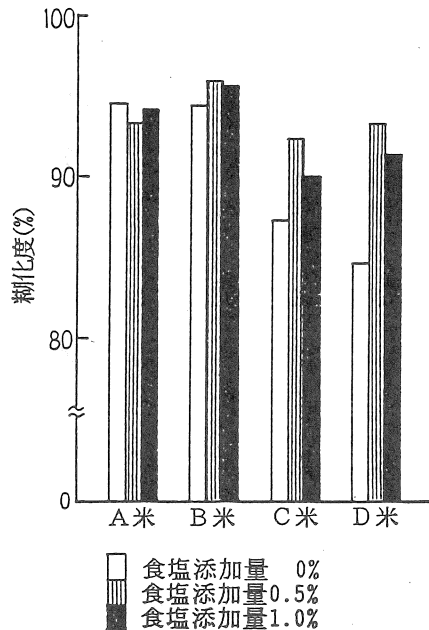


図6. 調味米飯の糊化度に及ぼす食塩添加の影響

次に、調味米飯の糊化度を図6に示した。値は測定3回の平均値である。分散分析の結果、米の品質間に1%の危険率で、食塩添加量間に5%の危険率でそれぞれ有意差が認められた。米の品質については、A米、B米の糊化度が高く、一方、C米、D米の糊化度は低かった。これは、A米、B米の吸水、膨潤状態が良好であったためと考えられる。また、食塩を添加することにより糊化度が高くなり、食塩が米デンプンの糊化特性になんらかの影響を与えたものと考えられる。加水・加熱のみでは糊化度の低いC米、D米において、食塩を添加することによって糊化状態をある程度良好にすることができるといえよう。デンプンの糊化に関する因子としてイオン類があり、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ は糊化を促進すること<sup>10)</sup>、 $\text{NaCl}$ は米デンプンの糊化温度を上昇させること<sup>11)</sup>、などが報告されており、これらが調味米飯の性状に影響を及ぼしたものと思われる。

調味米飯の脱水率を図7、図8に示した。図7より、糊化度の高かったA米に比べ、糊化度の低かったD米の脱水速度は急激であった。また、図8より、米飯中の水分のあり方に及ぼす食塩添加の影響をD米を例としてみると、食塩を添加することによって、脱水速度が緩慢になり、より多くの水分がデンプンの糊化に関与しているものと推察される。

最後に、官能検査の結果を表4に示した。食塩を添加しない場合、C米、D米は有意に好まれなかったが、食塩を添加することによって、米の品質間の嗜好差は認められなくなった。この要因については、さらに、官能検査を実施し検討していく必要があるといえる。

以上より、食塩を調理過程において添加することにより、デンプンの糊化状態を良好にすること、米飯粒の硬さを減少させるなど調味米飯のテクスチャーに影響を及ぼすこと、特に、中米や標準価格米において、これらの現象が顕著であり、調味米飯の嗜好性に影響を及ぼすこと、が明らかにされた。



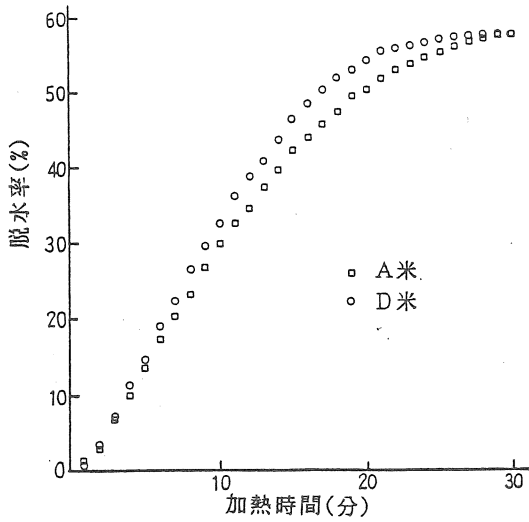


図7. 調味米飯の脱水率に及ぼす米の品質の影響

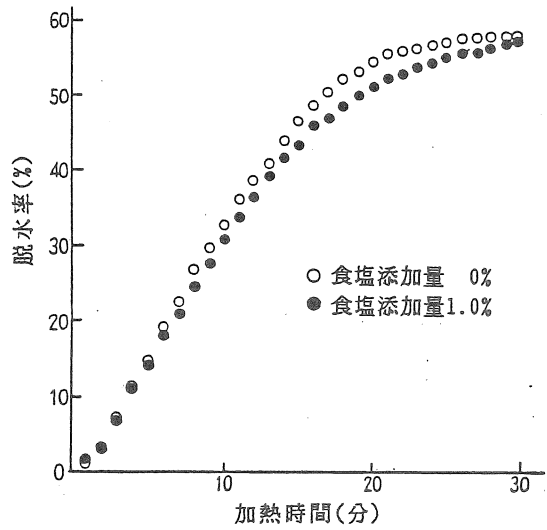


図8. 調味米飯の脱水率に及ぼす食塩添加の影響 D米

表4. 調味米飯の食味に及ぼす食塩添加の影響(順位法)  
(順位合計 n=9)

食塩添加量	A米	B米	C米	D米
0%	13	15	30*	32**
0.5%	23	24	24	24
1.0%	19	21	24	26

\*\* Kramerの検定表より1%の危険率で有意  
\* Kramerの検定表より5%の危険率で有意

#### 4. 今後の課題

今後、品質特性の異なる他県産米を用い、調味米飯の性状に及ぼす食塩添加の影響について継続して検討する。さらに、その要因解明として、米の成分であるデンプン、蛋白質、細胞壁物質(食物繊維)が食塩の成分の影響を受けると考え、調理過程における米の各種成分に及ぼす食塩の影響について検討し、米の品質特性に応じた食塩の活用方法について考究していきたい。

引用文献

- 1) 松元文子、関千恵子、津田真由美：家政誌、Vol.18、p.158 (1967)
- 2) 丸山悦子、樋口裕子、寺田佳子、梶田武俊：家政誌、Vol.31、p.568 (1980)
- 3) 庄司一郎、倉沢文夫：郡山女子大学紀要、Vol.20、p.39 (1984)
- 4) N.G.Asp、C.G.Johansson、H.Hallmer、M.Siljestrom：J.Agric.Food Chem. Vol.31 p.476 (1983)
- 5) B.O.Juliano：Cereal Sci. Today、 Vol.16、p.334 (1971)
- 6) 竹生新治郎、岩崎哲也、谷達雄：栄養と食糧、Vol.13、p.137 (1960)
- 7) 松永暁子、貝沼圭二：家政誌、Vol.32、p.653 (1981)
- 8) 日科技連編：官能検査ハンドブック、p.305 (1973)
- 9) 竹生新治郎、渡辺正造、杉本貞三、酒井藤敏、谷口嘉広：澱粉科学、Vol.30、p.333 (1983)
- 10) 二国二郎監修：澱粉科学ハンドブック、朝倉書店、p.38 (1977)
- 11) A.Chungcharoen、D.B.Lund：Cereal Chem.、Vol.64、p.240 (1987)