

## 29. 調理過程における米の特性に及ぼす食塩添加の影響 (No.8928)

長 沼 誠 子 (秋田大学)

【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。前報では、4種類の秋田県産米を用いて食塩添加米飯の性状について検討し、調理過程における食塩の添加は、米飯粒の硬さを減少させ、米飯の嗜好性に影響を及ぼすことを明らかにした。本報では、その要因解明として、米の成分であるデンプンおよび細胞壁物質(食物繊維)に及ぼす食塩の影響について明らかにしたい。

【方法】 前報で用いた実験材料の中から、品質特性の異なる2種の秋田県産米を選び、食塩添加米飯を調製した。すなわち、A米(上米A、1類)、D米(標準価格米、3類)を用い、各米300gを洗浄、加水し、60分間浸漬した後、食塩を添加し、自動炊飯を行なった。15分間蒸らした後、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%とした。測定項目は、 $\beta$ -アマラーゼ-プルラーゼ法による糊化度の測定、Van Soestのdetergent fiber法およびAspらの方法による食物繊維の定量、Calbazole法によるペクチン質の定量、二点嗜好試験法変法による官能検査とした。また、米デンプンを用い、静置加熱法によりデンプン糊液を調製し、カードメータによる硬さ、粘稠度の測定および糊化度の測定を行なった。デンプン濃度は10%、食塩濃度は0.5%とした。あわせて、他県産米を用いた食塩添加米飯の物理的特性も検討した。

【結果】 1)他県産米を用いた米飯の物理的特性をみると、前報と同様、食塩を添加することにより米飯粒の硬さが減少することが明らかにされた。2)米飯の糊化度では、食塩の添加によって糊化度が高くなることが認められ、特にD米においてその傾向が顕著であった。3)米デンプン糊液については、食塩の添加による硬さの増大と粘稠度の減少がみられ、また、糊化度の低下が認められた。4)食物繊維量はA米に比べD米に多くふくまれていたが、いずれの米においても食塩添加米飯の方が無添加のものに比べ少ないという結果が得られた。ペクチン質量については、食塩添加の影響を明らかにすることができなかった。以上より、調理過程における食塩の添加は米飯のテクスチャーを変化させるが、その要因としては、細胞内デンプンの糊化特性のみならず、細胞壁物質の挙動が関与していると考えられ、今後さらに検討を重ねていきたい。



## 27. 調理過程における米の特性に及ぼす食塩添加の影響 (No.8928)

長沼 誠子 (秋田大学)

### 1. 研究目的

食物の嗜好性の向上をはかるために、調理過程において種々の調味料が添加されるが、基本的調味料である食塩には、塩味という化学的な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、品質特性の異なる多様な米の選択・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。前報では、品質特性の異なる4種類の秋田県産米を用いて食塩添加米飯の性状について検討し、調理過程における食塩の添加は、米飯粒の硬さを減少させるなど、米飯の嗜好性に影響を及ぼすことを明らかにした。本報では、その要因解明として、米の成分であるデンプンおよび細胞壁物質(食物繊維)に及ぼす影響について明らかにしたい。

### 2. 研究方法

#### 2.1 実験材料および炊飯

前報で用いた実験材料の中から、品質特性の異なる2種の秋田県産米を選び、食

塩添加米飯を調製した。すなわち、食塩添加の影響が比較的小さかったA米(1類、ササニシキ)、食塩添加の影響が比較的大きかったD米(3類、標準価格米)を用い、各米300gに水を加えて10回攪拌後換水し、これを10回くり返して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倍と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(東芝電気株式会社製RCK-S10)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。食塩は試薬特級塩化ナトリウムを用いた。その添加量は、前報の結果において、テクスチャーに及ぼす影響は食塩量の多少より添加の有無の方が大きいと考えられたこと、塩味の付与の点から薄味の方が好まれたこと、などから、加水量の0%、0.5%の2水準とした。

また、品質特性の異なるE米(山形県産、3類、はなの舞)、F米(新潟県産、1類、コシヒカリ)を用い、前報と同様に炊飯し、そのテクスチャーに及ぼす食塩添加の影響についても併せて検討した。

## 2.2 米デンプン糊液の調製

米デンプン(SIGMA製)を用い、米デンプン糊液を静置法<sup>1)</sup>により調製した。すなわち、米デンプンを乾物10%濃度の懸濁液とし、ビーカーに100g入れ、70℃の湯浴中で10分間攪拌後、100℃の蒸し器中で30分間加熱し、米デンプン糊液とした。食塩添加量は懸濁液の0%、0.5%の2水準とした。

## 2.3 米飯のテクスチャーの測定

米飯については各60gをアルミシャーレに入れ、米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20℃に60分間放置後、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。第一次パラメータとして硬さ、粘り、付着性、凝集性、第二次パラメータとして粘り/硬さ、付着性/硬さを求めた。測定条件は次の通りであった。米飯(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/分、バイト速度6回/分、米飯粒(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(ただし、凝集性の場合0.7mm)、

電圧 1 V、チャート速度 750 mm/分、バイト速度 6回/分。

#### 2.4 米デンプン糊液の硬さ、粘稠度の測定

調製直後の米デンプン糊液を内径30mm、高さ18mmのシャーレに分注し、20℃60分間放置後、カードメータ（飯尾電機製 M-301AR）を用い測定し、硬さおよび粘稠度を求めた。測定条件は、重錘100g、感圧軸直径 8mm、上昇速度 3.6mm/秒、であった。

#### 2.5 米飯および米デンプン糊液の糊化度

蒸らし直後の釜内中央部の米飯 10g、調製直後の米デンプン糊液 10gをそれぞれ秤取し、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-プルラーナーゼ法<sup>2)</sup>により糊化度を求めた。

#### 2.6 米飯の食物繊維の定量

蒸らし直後の釜内中央部の米飯3gを秤取し、20℃60分間放置後精秤し、綾野らの方法<sup>3)</sup>に準じ、パンクレアチン（Difco製）をpH6.8で37℃、24時間作用させた後、Neutral detergent fiber法（NDF法）、Acid detergent fiber法（ADF法）<sup>4)</sup>によりセルロース、ヘミセルロース、リグニン量を求めた。

#### 2.7 米飯のペクチン質の定量

蒸らし直後の釜内中央部の米飯に、アルコール濃度が70 %になるようにエチルアルコールを加えて磨砕放置後、その磨砕物につき70 %熱エチルアルコールに沈殿する区分を脱水・乾燥し、アルコール不溶性固形物（AIS）を調製した。AIS 1gに0.1 N 塩酸200 mlを加え、冷却管を付して沸騰湯浴中で60分間加熱、冷却後、濾過した濾液を全ペクチン抽出液とした。抽出液のペクチン質をBitterらのカルバゾール硫酸法<sup>5)</sup>を用いて定量し、無水ガラクチュロン酸として算出した。

#### 2.8 米飯の官能検査

前報において、食塩を添加しない場合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に嗜好差が認められなくなった。その要因を明らかにするために、A米における白飯（食塩無添加米飯）と食塩添加米飯、D米における白飯（食塩無添加米飯）と食塩添加米飯について、「外観」、「香り」、「味」、「テクスチャー」、「総合」の5項目を2点嗜好試験法変法<sup>6)</sup>を用いて評価してもらった。パネルは秋田大学教育学部家政学研究室学生20名とした。

### 3. 研究結果および考察

#### 3.1 米飯のテクスチャーに及ぼす食塩添加の影響

前報に引き続き、他県産米2種（E米、F米）を用い、食塩添加量の異なる3種の米飯を調製した。米飯の硬さ、粘り、米飯粒の硬さ、粘り、付着性、凝集性、粘り／硬さ、付着性／硬さの測定結果を秋田県産米（A米、B米、C米、D米）の結果とあわせてTable 1～6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、米飯粒の硬さ、硬さと粘りのバランス度および硬さと付着性のバランス度にはそれぞれ米の品質間に有意差が認められ、米の品質の違いにより米飯のテクスチャーが異なることが明らかにされた。食塩添加の影響についてみると、米飯粒の硬さにおいて食塩添加量間に有意差が認められ、Fig.1 にみられるように、いずれの米においても食塩を添加することによって硬さが減少し、食塩量が多くなるに従いその減少の度合いが大きくなることが明らかにされた。その他のパラメータにおいては、米の種類によって異なった影響がみられ、食塩添加の影響を明らかにすることはできなかった。これより、調理過程における食塩添加の影響を検討する場合には、材料の選択が重要であるといえよう。

#### 3.2 米の成分であるデンプンに及ぼす食塩添加の影響

調理過程において食塩を添加することは、米飯粒の硬さを減少させるなどテクスチャーに影響を及ぼすことから、その要因の解明として、第一に、米の主成分であるデンプンの糊化特性について検討した。

米飯の糊化度をTable7に示した。値は測定3回の平均値である。A米においては

食塩添加の影響がみられなかったが、D米の場合、食塩を添加していない場合の糊化度は84.48%と低いのにに対し、食塩添加による米デンプンの糊化度の上昇が顕著にみられた。吸水・膨潤状態が良好でなかった米の特性に食塩が影響を及ぼしたものと考えられる。

米飯組織中のデンプンの糊化状態は食塩添加の影響を受けることが明らかにされたが、次に、米デンプン糊液を調製し、その物理的特性および糊化度について検討した。その結果をTable 7、8に示した。食塩を添加することにより、米デンプン糊液の硬さはわずかながら増大し、粘稠度は減少した。また、糊化度は食塩の添加により低下した。柳沢ら<sup>7)</sup>は、食塩の添加時期が粥の性状に影響を及ぼすとし、その要因として、米デンプンの糊化が食塩によって妨げられることを、アミログラムを用いた米デンプンの糊化特性より明らかにしている。本実験では、デンプンを静置加熱によって糊化させたが、その糊化特性は攪拌加熱によるものと同様の結果が得られたことになり、食塩の添加によって粘度が抑制されることが明らかにされた。また、今回の実験では、100℃ 30分の加熱時間を設定したが、加熱10分において、食塩を添加していないものは糊状を呈していたのに対し、食塩を添加した液は糊化が開始しておらず、A.Chungcharoenら<sup>8)</sup>の報告にみられるように、食塩添加による糊化温度の上昇が観察された。これより、食塩の添加によって米デンプンの糊化が遅れ、粘度が低下することが明らかにされた。

以上のことから、米飯の糊化度に及ぼす食塩の影響と米デンプンの糊化度に及ぼす食塩の影響に一致がみられなかった。今回実験に用いた米においてアミロース量に差異はみられないこと、食塩添加の影響が顕著にみられたD米の品質特性をみると、蛋白質が多く、食物繊維量が多いこと、が明らかにされている。したがって、デンプン以外の成分が米飯の性状に関与していると考えられ、諸成分に及ぼす食塩の影響について検討する必要があると考えられる。

### 3.3 米の成分である食物繊維に及ぼす食塩の影響

植物性食品の調理においては、食塩の軟化効果が知られており<sup>9)~13)</sup>、これらはペクチン質の挙動と関連していることが明らかにされている。ペクチン質はセルロース、ヘミセルロース、リグニンなどと共に細胞壁を構成しており、その挙動が食

べ物のテクスチャーに影響を及ぼしていると考えられる。一方、これらの物質は、最近、様々な生理作用を持つ食物繊維としても注目されている。

米飯についても、ペクチン質からの検討の必要性を中山<sup>24)</sup>が指摘しているが、これまで、米飯のテクスチャーと食物繊維との関連性については明らかにされていない。そこで、米飯の食物繊維量に及ぼす食塩添加の影響を検討し、その結果をFig.2、3に示した。NDF量(セルロース、ヘミセルロース、リグニン)をみると、A米に比べD米に多く含まれていたが、いずれの米においても食塩添加米飯の方が添加していないものに比べ少ないという結果が得られた。また、ペクチン質量については食塩添加の影響を明らかにすることができなかった。食物繊維の定量方法は確立されているとはいえ、多くの課題が残されているが、食物繊維の溶出性などに食塩が影響を及ぼしていると考えられる。

#### 3.4 食味評価に及ぼす食塩添加の影響

官能検査の結果をTable9、10に示した。A米、D米について、それぞれ食塩を添加していない米飯と食塩添加米飯の2種を供し、どちらが好ましいか、また、その好ましさの差の程度を4段階尺度で示してもらったものである。これより、A米、D米のいずれにおいても、すべての項目において、食塩添加の有無による嗜好に有意差はみられなかった。本実験では、米飯の性状の中でテクスチャーを主に論じてきたが、客観的測定値としては食塩の添加の影響が明らかにされたが、主観的測定においてはパネルの嗜好差の方が大であったと考えられる。また、外観においても食塩の影響はみられず、味については、塩味の付与した方を好む者と塩味のない方を好む者にその評価が分かれるという結果が得られた。

ただし、D米の香りにおいて、食塩添加米飯の方を好ましいと評価したものが20名中15名であった。食塩が米飯の香り成分に影響を及ぼしていることも考えられ、引き続き検討が必要であるといえよう。

#### 4. 今後の課題

調理過程における食塩の添加は米飯のテクスチャーを変化させるが、その要因と



しては、細胞内デンプンの糊化特性のみならず細胞壁物質の挙動が関与していると考えられる。また、アミログラム特性において、蛋白質が多い場合、膨化・膨潤性が低くなり、糊化開始温度が高くなること、最高粘度が低下することが知られていることから、蛋白質と食塩との関連について検討することも今後の課題となろう。

米の調理と食塩とのかかわりは多様であることから、加熱後に食塩を添加する握り飯、すし飯、半つき飯などの性状に及ぼす食塩の影響についても検討を重ね、米の調理における食塩の活用方法について考究していきたい。

#### 引用文献

- 1) 鈴木繁男、中村道徳：澱粉科学実験法 朝倉書店 p.161 (1979)
- 2) 松永暁子、貝沼圭二：家政誌 Vol.32 p.653 (1982)
- 3) 綾野雄幸：食物繊維 第一出版 p.41 (1982)
- 4) 綾野雄幸：調理科学 Vol.15 p.16 (1982)
- 5) T.Bitter and H.M.Muri: Anal.Biochem. Vol.4 p.330 (1962)
- 6) 吉川誠次、佐藤信：食品工業の品質測定 光琳書院 p.44 (1961)
- 7) 柳沢幸江他：女子栄養大学紀要 Vol.19 p.73 (1988)
- 8) A.Chungcharoen and D.B.Lund: Cereal Chem. Vol.64 p.240 (1987)
- 9) 田村咲枝：家政誌 Vol.38 p.375 (1987)
- 10) 田村咲枝：家政誌 Vol.40 p.995 (1989)
- 11) 晴山克枝：家政誌 Vol.36 p.880 (1985)
- 12) 牧野秀子、畑江敬子、島田淳子：家政誌 Vol.38 p.719 (1987)
- 13) 中谷圭子、松元文子、桜井芳人：家政誌 Vol.25 p.195 (1974)
- 14) 中山葉子：家政誌 Vol.21 p.92 (1970)

Table1 Changes in hardness of rices ,  
cooked in water、0.5% and  
1.0% NaCl solutions (T.U.)

	NaCl(%)		
	0	0.5	1.0
A:Sasanishiki	1.30	1.24	1.40
B:Akita-komachi	1.27	1.25	1.41
C:Kiyonishiki	1.37	1.39	1.33
D:Standard	1.21	1.23	1.35
E:Hana-no-mai	1.32	1.48	1.43
F:Koshihikari	1.20	1.23	1.25

Table2 Changes in stickiness of rices  
cooked in water、0.5% and 1.0%  
NaCl solutions (T.U.)

	NaCl(%)		
	0	0.5	1.0
A:Sasanishiki	0.09	0.09	0.09
B:Akita-komachi	0.09	0.10	0.11
C:Kiyonishiki	0.09	0.10	0.09
D:Standard	0.09	0.09	0.09
E:Hana-no-mai	0.06	0.08	0.06
F:Koshihikari	0.10	0.11	0.10

Table3 Changes in hardness of rice  
grains cooked in water、0.5%  
and 1.0% NaCl solutions (T.U.)

	NaCl(%)		
	0	0.5	1.0
A:Sasanishiki	2.27	2.18	2.17
B:Akita-komachi	2.20	2.18	2.12
C:Kiyonishiki	2.56	2.49	2.44
D:Standard	2.68	2.45	2.53
E:Hana-no-mai	2.47	2.37	2.35
F:Koshihikari	2.29	2.27	2.24

Table4 Changes in stickiness of rice  
grains cooked in water、0.5%  
and 1.0% NaCl solutions (T.U.)

	NaCl(%)		
	0	0.5	1.0
A:Sasanishiki	0.36	0.35	0.32
B:Akita-komachi	0.29	0.34	0.36
C:Kiyonishiki	0.30	0.32	0.33
D:Standard	0.31	0.33	0.37
E:Hana-no-mai	0.29	0.26	0.21
F:Koshihikari	0.30	0.28	0.30

Table5 Changes in adhesiveness of rice  
grains cooked in water、0.5%  
and 1.0% NaCl solutions (T.U.)

	NaCl(%)		
	0	0.5	1.0
A:Sasanishiki	0.30	0.31	0.28
B:Akita-komachi	0.24	0.30	0.30
C:Kiyonishiki	0.23	0.23	0.24
D:Standard	0.20	0.29	0.25
E:Hana-no-mai	0.24	0.22	0.18
F:Koshihikari	0.24	0.23	0.27

Table6 Changes in cohesiveness of rice  
grains cooked in water、0.5%  
and 1.0% NaCl solutions (T.U.)

	NaCl(%)		
	0	0.5	1.0
A:Sasanishiki	0.65	0.67	0.66
B:Akita-komachi	0.64	0.66	0.64
C:Kiyonishiki	0.65	0.70	0.66
D:Standard	0.64	0.64	0.66
E:Hana-no-mai	0.68	0.68	0.71
F:Koshihikari	0.66	0.77	0.68

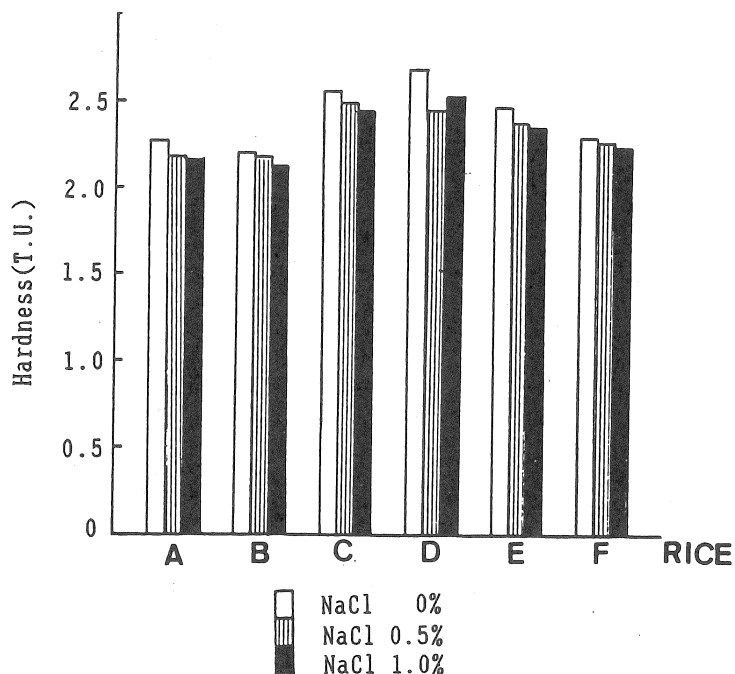


Fig.1 Changes in hardness of rice grains cooked in water, 0.5% and 1.0% NaCl solutions

Table7 Degree of geratinization of rices and starches cooked in water and 0.5% NaCl solution

	NaCl(%)	
	0	0.5
Rice-A	94.49	93.29
Rice-D	84.48	93.25
Starch	96.39	89.38

Table8 Changes in hardness and viscosity of starch gels cooked in water and 0.5% NaCl solution

	NaCl(%)	
	0	0.5
Hardness (dyne/cm <sup>2</sup> )	2.12 × 10 <sup>4</sup>	2.17 × 10 <sup>4</sup>
Viscosity (dyne · sec/cm <sup>2</sup> )	1.18 × 10 <sup>5</sup>	1.05 × 10 <sup>5</sup>

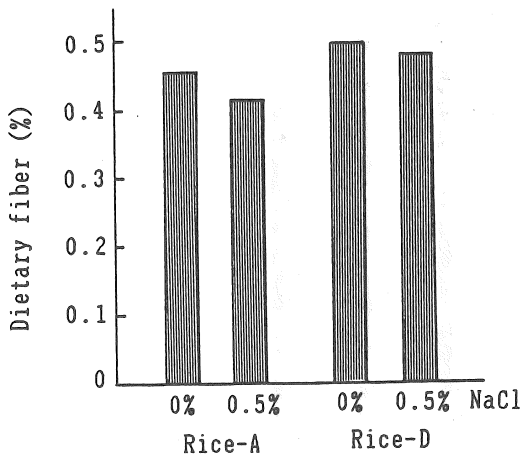


Fig.2 Amounts of dietary fiber in rices cooked in water and 0.5% NaCl solution

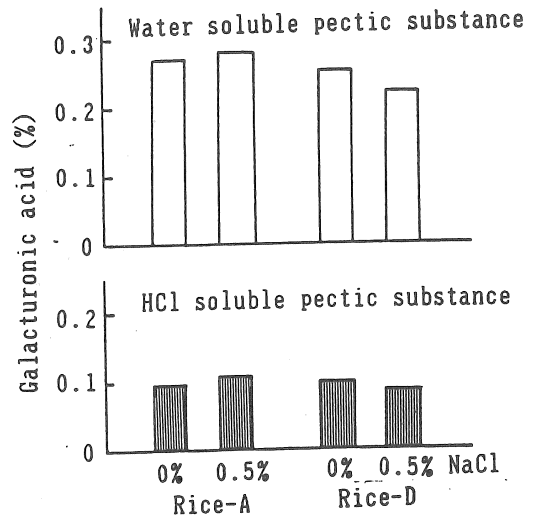


Fig.3 Amounts of pectic substances in rices cooked in water and 0.5% NaCl solution

Table9 Sensory Evaluation of rices cooked in water and 0.5% NaCl solution (Paired preference test, Rice-A, n=21)

	Rice cooked in water	Rice cooked in 0.5% NaCl solution	t
Apperance	11	10	0.418
Flavor	11	10	0.336
Taste	12	9	0.304
Texture	10	11	0.737
Total	11	10	0.535

$t(20, 0.05) = 2.086$

Table10 Sensory Evaluation of rices cooked in water and 0.5% NaCl solution (Paired preference test, Rice-D, n=20)

	Rice cooked in water	Rice cooked in 0.5% NaCl solution	t
Apperance	9	11	0.237
Flavor	5	15	1.314
Taste	13	7	1.820
Texture	11	9	0
Total	12	8	0.400

$t(19, 0.05) = 2.093$

## Effects of Salt on the Cooking Qualities of Rice

Seiko NAGANUMA

Faculty of Education, Akita University

### Summary

The changes in texture, degree of gelatinization and dietary fiber content of rices cooked in NaCl solution (0%,0.5%,1.0%) were investigated to study the effects of salt on the cooking qualities of rice. The texture of rices was affected by NaCl in cooking water;the hardness of rice grains cooked in NaCl solution decreased significantly. The degree of gelatinization of starch in rices increased by cooking in NaCl solution, whereas rice starch prepared from rice flour could not be gelatinized fully in NaCl solution. By adding NaCl the amount of neutral detergent fiber in rices reduced slightly, but there was little change in pectic substance. It seemed that the degradation of dietary fiber and the gelatinization of starch in cooked rices affected the texture of them.