

## 2003年度日中医学協会共同研究等助成事業報告書

—在留中国人研究者研究助成—

2004年3月12日

財団法人 日中医学協会  
理事長 殿

研究者氏名 宋 文群   
所属機関名 神奈川歯科大学 口腔衛生学教室  
指導責任者氏名 荒川 浩久  
職 名 教授  
所 在 地 〒238-8580 神奈川県横須賀市稲岡町 82  
電 話 046-825-1500 内線 2462

### 1. 研究テーマ

調理による飲食品中フッ化物濃度および含有量の変化について

### 2. 本年度の研究業績

(1) 学会・研究会等における発表  有 ・  無 (学会名・演題)

第52回 日本口腔衛生学会・総会にて ポスター発表

演題 調理による飲食品中フッ化物濃度および含有量の変化について

(2) 学会誌等に発表した論文 有 ・  無 (雑誌名・論文名)

2004年3月中 神奈川歯学 投稿予定

### 3. 今後の研究計画

実験Ⅱと同様な調理方法で、食品を増やしてF濃度を測定する。実験Ⅲと同じ食材で沸騰させて煮た場合、焼く、蒸すという調理を行って総F量の変化を比較する。

### 4. 指導責任者の意見

日本人の一日フッ化物摂取量の推定は栄養所要量の見直しの上からも急務である。研究者が記しているように、現在では食品リストからの推定と陰膳法が行われているが、前者は調理によりフッ化物が消失する可能性が示唆されており、正確性を疑問視する意見もある。したがって、地道に各食品の生の状態でのフッ化物濃度測定を行うことの努力が意味を持たないのではと心配されていた。

今回の研究結果により、沸騰という極端な調理法でなければ、生の食品のフッ化物濃度と摂取重量からフッ化物摂取量を推定できることが示され、今後とも各食品中のフッ化物濃度の決定を進めていく価値が証明された。

ただし、今後の研究計画にもあるように、他の食品と調理法による追試と確認が必要である。

指導責任者氏名 荒川 浩久 

### 5. 研究報告書

別紙「研究報告書の作成について」に倣い、指定の用紙で作成して下さい。

研究発表または研究状況を記録した写真を添付して下さい。

※研究成果を発表する場合は、発表原稿・抄録集等も添付して下さい。

※発表に当っては、日中医学協会助成金による旨を明記して下さい。

## 調理による飲食品中フッ化物濃度および含有量の変化について

研究者氏名 宋 文群  
日本研究機関 神奈川歯科大学口腔衛生学教室  
指導者氏名 荒川浩久  
共同研究者 戸田真司

### 要 旨

適切なフッ化物応用は齲蝕予防に大きな効果をもたらす。フッ化物応用に際しては、フッ化物一日摂取量が根拠となるため、現在は食品リストから見積もる方法と陰膳法により算定されている。前者は各食材の生の状態のフッ化物濃度と摂取重量からの見積もりで、後者は調理後の食餌中のフッ化物濃度と摂取重量からの見積もりである。本研究の目的は、調理による飲食品中フッ化物濃度と含有量の変化を調べ、より正確なF摂取量の推定法を検討することである。はじめに、沸騰および恒温維持による水中フッ化物濃度と含有量の変化を比較した。次に市販魚肉を材料に、生の魚肉中のフッ化物濃度と焼く、茹でる、電子レンジ加工、蒸すなどした後のフッ化物濃度を比較した。さらに、野菜、魚肉、牛乳などを食材として、煮込みおよび電子レンジ加工で調理前後のフッ化物濃度と含有量を測定した。その結果、沸騰により、水中フッ化物濃度は高くなるものの、総フッ化物含有量は低下した。魚肉中のフッ化物濃度は電子レンジ加工による変化がもっとも著しく、蒸すによる変化は少なかった。野菜、魚肉、牛乳を食材として煮込むまたは電子レンジで調理後の総フッ化物含有量と生から見積ったそれと比較したところ、有意な変化は認められなかった。このことから、食品リストからフッ化物摂取量を推定する方法の有用性が示唆された。しかしながら、今回の研究で用いた飲食品の種目は少なく、調理方法も少なかったため、今後更なる研究の必要がある。

**Key Words** フッ化物応用, フッ化物摂取量, 食品, duplicate diet (陰膳法), 調理

### 緒 言:

最近の齲蝕減少傾向にフッ化物（以下Fとする）応用が大きな貢献をした。一方、Fを過剰に摂取すると(1,2) 歯のフッ素症が発生する可能性がある。F応用の理念は、不要な副作用を生じさせることなく、最大の齲蝕予防効果をもたらすことにある。それには、F摂取量をバランスよくコントロールする必要がある。Fの一日摂取至適量はWHOにより0.05-0.07mg/一日/kg体重とされている(3)。F一日摂取量の算定には調理前の各飲食品のF濃度と摂取重量から見積もる方法と摂取する食餌そのものから見積もる方法(4-7)がある。前者の場合は、F摂取量の見積もりが不正確になるおそれがある。Guha-Chowdhuryら(7)はduplicate-diet方式で3-4歳児の24時間F摂取量を測定したところ、小児の一日F摂取量は食品消費リストから推定した一日F摂取量より低いと報告した。今までの報告では、同じ材料を用いて調理前後のF含有量を測定したデータはほとんどない。そこで、本研究では、摂取F量を正確に推定する方法を検討することを目的に、調理方法が飲食品中F濃度に与える影響について検討した。

### 対象と方法:

#### 実験I: 加熱による水のF濃度変化

家庭用ガスレンジと調理用鍋を用いて、F濃度1ppmの水1,000ml(総F含有量1,000 $\mu$ g)を強火で沸騰させた後、容器に蓋をしたまま(以下蓋付き)沸騰状態を60分間保ちながら5分ごとに2mlずつ、累計13のサンプルを採取した。同時に鍋中の残留水量を計測した。サンプルは室温まで徐冷後、F複合電極に

てF濃度を測定した。また、沸騰後に鍋の蓋をはずした状態（以下蓋なし）においても同様の実験を行った。続いて、F濃度1ppmの水500mlを恒温水槽にて60℃まで加熱し、蓋なしで60℃を維持しながら、前記同様に、60分まで累計13のサンプルを採取してF濃度を測定した。

#### 実験Ⅱ： 調理による魚肉中F濃度の変化

市販のマグロ魚肉を5分間焼く、茹でる、電子レンジで加熱する、蒸すという調理を加えたものと、生の魚肉の計5つのグループ（各グループともn=3）をつくり、それぞれ80℃の恒温槽にて72時間乾燥後粉碎し、微量拡散法（8）にてF濃度を測定した。

#### 実験Ⅲ： 調理前後のF含有量の比較

市販の玉葱、ジャガイモ、鮭を乾燥後粉碎して微量拡散法にてF濃度を測定した。牛乳は直接微量拡散法にてF濃度を測定した。次に、上記4つの飲食品を表1に示した分量で調理（蓋付きで1時間煮込むまたは電子レンジで20分加熱）した後、室温まで徐冷し、上記同様の微量拡散法にてF濃度を測定した。

### 結果：

#### 実験Ⅰ： 加熱による水のF濃度変化

100℃まで加熱後60分までの平均蒸発水量は、蓋付き（平均46.9ml/5分）と蓋なし（平均72.4ml/5分）で有意な差があった（ $p<0.01$ ）。5分ごとのサンプル中F濃度は、サンプル採取開始後徐々に上昇し、60分では蓋付きで平均1.89ppm、蓋なしで平均4.43ppmになり、統計学的に差があった（ $p<0.05$ ）。しかし、容器水中総F量は時間の経過とともに減少し、60分後にはそれぞれ798.6 $\mu\text{g}$ （初期の79.9%）と487.8 $\mu\text{g}$ （初期の48.8%）になり、蓋なしは蓋付きに比べて有意に減少した（ $p<0.001$ ）。

一方、F濃度1ppmの水500mlを60℃で維持したものの平均蒸発水量は2.25ml/5分であった。F濃度に大きな変化は認められず、30分後が1.04ppm、60分後が1.08ppmであり、容器水中総F含有量にもほとんど変化が認められなかった。

#### 実験Ⅱ： 調理による魚肉中F濃度の変化

調理法により魚肉中F濃度に変化が認められた（図1）。生と比較して電子レンジ加熱により最も著しく上昇した（ $p<0.01$ ）。また、電子レンジと焼く（ $p<0.01$ ）ならびに茹でる（ $p<0.05$ ）との間にも有意な差を認めた（多重比較）。

#### 実験Ⅲ： 調理前後のF含有量の比較

調理前の各飲食品中のF濃度と分量から見積もった総F量は24.04 $\mu\text{g}$ であった。一方、1時間煮込んだ食品のF濃度から計算した総F量は23.68 $\mu\text{g}$ 、電子レンジで加工した食品のF濃度から計算した総F量は23.08 $\mu\text{g}$ であり、ほぼ近似していた（表1）。

### 考察：

加熱により水分は蒸発する。また、食材中のFは調理方法により消失の程度が異なる。本研究では、加熱、とくに沸騰を継続することにより水分が消失して水中のF濃度は高くなり、とくに蓋なしで水中総F含有量は大きく減少した。しかし、60℃で維持した場合は著明な変化はなかった。このことから、Fの一部は沸騰による水の消失とともに空气中に排出された可能性が示唆された。実験Ⅱの調理法によりF濃度は変化するものの、実験Ⅲの調理前後の総F含有量を比較したところ、生からの見積りと調理後ではそれほどの差が認められなかった。Guha-Chowdhuryら（7）はduplicate-diet方式で3-4歳児の24時間F摂取量を測定したところ、小児の一日F摂取量は水道水F添加地区でも0.036mg/day/kgであり、食品消費リストから推定した一日F摂取量より低かったと報告した。しかし、今回の研究では、生の飲食品から見積もったF含有量と調理後のF含有量との間に有意な差はみられなかった。これは、蓋付きでの1時間の煮込みおよび20分間の電子レンジによる加熱ではFはそれほど消失しないことを示すものである。したがって、沸騰またはそれに近い条件での調理の場合は、Fが消失することは考えられるものの、一般的な調

理法によって総F含有量はそれほど変化しないものと思われる。日本においても、乳児または成人における一日F摂取量に関する研究はいくつかある。友利ら(9,10)は市販乳児用食品を材料にそれらのF含有量から乳児の一日F摂取量を推定した。小宮山ら(4-6)は食事と同様なものを用意し、duplicate diet方式でそのF含有量から計算して一日F摂取量を得た。一方、Market baskets調査から食品リストを得て、F摂取量を推定する方法は、出生後2歳もしくは3歳未満の乳児の場合に多く使用されている(11-16)。しかし、食品加工過程でのF消失、加熱、水分の蒸発などが一日摂取F量の見積りに影響を与えることが考えられるため、陰膳法はより正確に摂取F量を見積ることができると思われる。しかし、本研究から、食品リストからの摂取F量の推定も正確であることが示され、各食品中のF濃度の決定のための研究も意義のあるものと思われた。今後は、種々な食品を材料に種々な調理法を試み、生からの見積りの妥当性を追試したい。

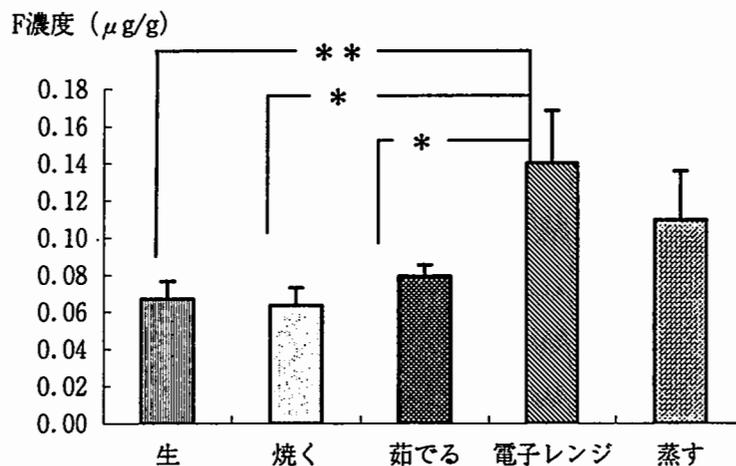


図1： 調理方法の違いによる魚肉中F含有量の変化 (n=3, mean±SE)  
\*: P<0.05, \*\*: P<0.01

表1： 飲食品からの見積りと調理後のF量との比較

飲食品	分量 (g)	F含有量 (μg/g)	F量 (μg)
鮭	50	0.095	4.73
ジャガイモ	100	0.021	2.07
玉葱	122	0.010	1.22
牛乳	400	0.040	32.00
計	672		24.04
調理後			
煮る	373.8	0.063	23.68
電子レンジ加熱	641	0.036	23.08

参考文献：

1. Fejerskov, O., Stephen, K.W., Rechards, A., Speirs, S. Combined effect of systemic and topical fluoride treatment on human deciduous teeth - case studies. *Caries Res.* 21: 452-459(1987).

2. Burt, BA. The changing patterns of systemic fluoride intake. *J Dent Res.* 71: 1228-1237(1992).
3. World Health Organization. Fluoride and Oral Health. Geneva, WHO technical report series 846: 12-13(1994).
4. Kimura, T., Morita, M., Kinoshita, T. *et al.* Fluoride intake from food and drink in Japanese children aged 1-6 years. *Caries Res.* 35: 47-49(2001).
5. Komiyama, M., Song, w., Toda, S. Twenty-four hours fluoride intake and excretion of fluoride in urine in Japanese adults. *Bull. Kanagawa Dent. Col.* 31: 17-25(2003).
6. Murakami, T., Narita, N., Nakagaki, H., Shibata, T., Robinson, C. Fluoride intake in Japanese children aged 3-5 years by the duplicate-diet technique. *Caries Res.* 36: 386-390(2002).
7. Guha-Chowdhury, N., Drummond, B.K. and Smillie, A.C. Total fluoride intake in children aged 3 to 4 years -A longitudinal study. *J Dent Res.* 75: 1251-1457(1996).
8. Taves, D.R. Separation of fluoride by rapid diffusion using hexamethyldisiloxane. *Talanta.* 15: 969-974(1968).
9. 友利隆俊, 古賀 寛, 眞木吉信, 高江洲義矩: 乳児用食品中フッ化物分析と一日フッ化物摂取量の推定. 口腔衛生会誌 vol51, 156-167 (2001).
10. 副島 隆: 食品中のフッ素含有量に関する研究. 口腔衛生会誌 vol44, 342-353 (1994) .
11. Pang, D.T.Y., Phillips, C.L. and Bawden, J.W. Fluoride intake from beverage consumption in a sample of North Carolina children. *J Dent Res.* 71: 1382-1388(1992).
12. Levy, S.M., Kohout, F.J., Kiristy, M.C., Heilman, J.R. Wefel, J.S. Infants' Fluoride ingestion from water, supplements and dentifrice. *JADA.* 126: 1625-1632(1995).
13. Levy, S.M., Guha-Chowdhury, N. Total Fluoride intake and implications for dietary fluoride supplementation. *J Public Health Dent.* 59: 211-223(1999).
14. Levy, S.M., McGrady, J.A., Bhuridej, P., Warren, J.J., Heilman, J.R., Wefel, J.S. Factors affecting dentifrice use and ingestion among a sample of U.S. preschoolers. *Pediatr Dent.* 22: 389-394(2000).
15. Levy, S.M., Warren, J.J., Davis, C.S., Kirchner, H.L., Kanellis, M.J., Wefel, J.S. Patterns of fluoride intake from birth to 36 months. *J Public Health Dent.* 61: 70-77(2001).
16. Ekstrand, J., Hardell, L.I., Spak, C.J. Fluoride balance studies on infant in a 1-ppm-water-fluoride area. *Caries Res.* 18: 87-92(1984).

注：本研究は、2003年9月26日『日本口腔衛生学会』にてポスター発表

作成日： 2004年3月10日