

日本の食物のアルミニウム含量 (I)

富田道男・南出隆久*・斉藤 学・畑 明美*

Aluminum contents in a Japanese meal (I)

by

MICHIO TOMITA, TAKAHISA MINAMIDE, MANABU SAITO and AKEMI HATA

Abstract ; Some authors have suggested that aluminum would significantly influence on causation of Alzheimer's disease and would be a toxic material for human life. Informations on the ingestion of aluminum through a daily meal are needed for Japanese. Quantity of aluminum to be ingested was investigated in case of a usual meal which contained a cup of rice, a dish of pork-beans and a dish of Gomoku-mame. The investigation revealed that taking a meal of this menu resulted in the ingestion of aluminum of 3400 μg .

(Received September 12, 1996)

1. 緒 言

アルミニウムがアルツハイマー型痴呆症に重要な役割を果たしている可能性の高いことや、人体に対する危険性が指摘されている^{1,2)}。人間が生活の場をおく地殻のアルミニウム含量は、重量比で比較して酸素(46.6%)、珪素(27.7%)について高く、8.1%³⁾も存在しているので、飲食物には必ずアルミニウムが含まれていると考えられる。

腸管から吸収されたアルミニウムは、そのほとんどが尿中に排出され、人体組織中に蓄積される量は、臓器により異なるが、1~5 mg/kgに止まっている¹⁾。脳内の含量は、加齢とともに増加し、出生から成人までの0.3 μg は、以後年齢とともに増え、80才代で急激に増加して0.7 μg に達するとの報告がある¹⁾。

食品素材中のアルミニウム含量のデータは、ヨーロッパやアメリカ産の動植物についてはある程度まとめられた資料があるが^{4,5)}、わが国の産品についてはまとめられたものが見られない。

老化とアルミニウムの関連が指摘されている状況のもとで、高齢社会を迎えるわが国の食環境整備の観点から、日本人の標準的食物に含まれるアルミニウムの

量を、調理操作との関連で明らかにしておくことが必要である。本論文では、米飯と、副食として、ポークビーンズ及び五目豆を摂取した場合の、標準的な一食分に含まれるアルミニウム量の分析結果を報告する。

2. 実験の方法

2.1 調理操作

調理は、すべて、アルマイト製の底面直径16cm、深さ7cmの片手鍋を用いて行った。

(1) 米飯

新潟産コシヒカリの精白米を160g蒸留水で5回繰り返して洗い、ざるに移して10分間水切りした後、アルマイト鍋に移し蒸留水240gを加えた。10分間浸漬の後、21分間炊飯して20分間蒸らした。出来上がりの米飯量は370gであり、これを2分割して1人分を185gとした。

素材中含量の測定には、同じ精白米を使用した。

(2) 副食

副食にはポークビーンズと五目豆の2品を取り上げた。

調味料を除き、各材料中のアルミニウム含量測定用試料は、調理用に切ったものから30gを採取して使用

京都府立大学生活科学部応用物理学講座

Laboratory of Applied Physics, Kyoto Prefectural University

*京都府立大学生活科学部食物学科調理保蔵学講座

Laboratory of Cookery Science, Department of Food Science and Nutrition, Kyoto Prefectural University

した。

a) ポークビーンズ

Table 1 Quantities of cooking materials for pork-beans (g)

| | |
|---------------|-----|
| Soybeans | 70 |
| Ham | 100 |
| Tomato catsup | 240 |

使用した材料及び調味料の量は、Table 1 の通りである。

大豆は、洗浄後 5℃ の蒸留水に 24 時間浸漬させた 200 g をアルマイト鍋にとり、水 500 ml を加えて 90 分間加熱した。次にこれに豚肉を加え、あくをとりながら 10 分加熱し、トマトケチャップ 240 g と水 130 g を混合して 370 g としたものを加え、30 分間煮込み、消火後、30 分間放置した。出来上がりのポークビーンズは 490 g であったが、これを材料毎に仕分けしたところ、Table 2 のようになった。

Table 2 Quantities of contents in cooked pork-beans (g)

| | |
|----------|-----|
| Soybeans | 200 |
| Ham | 110 |
| Soup | 180 |

これらを分析用試料として、それぞれ 30 g を取り分け、液体窒素温度で凍結した後、粉碎・攪拌し、そのうち 2 g を灰化試料とした。

b) 五目豆

Table 3 Quantities (g) and states of cooking materials for Gomoku-mame

| | | |
|--------------|-----|---|
| Soybeans | 70 | cropped in Hokkaido |
| Burdock | 200 | scraped off its skin, cut randomly into small sizes, dipped in vinegar-water and boiled momentarily |
| Carrot | 150 | scraped off its skin, and cut randomly into small sizes |
| Lotus root | 200 | scraped off its skin, cut randomly into small sizes and dipped in vinegarwater |
| Konjak | 125 | kneaded with salt, cut into similar sizes as vegetables |
| Chicken wing | 250 | washed with water and cut off tip of wing |

五目豆に使用した材料及び前処理は、Table 3 に示した。

5℃ の蒸留水に 24 時間浸漬した大豆 200 g をアルマイト鍋にとり、500 ml の水を加えて 90 分間加熱し、これに鶏手羽肉 250 g を入れ、あくを取りながら 10 分間加熱した後、ニンジン 150 g とゴボウ 200 g を加えて 10 分間、さらにレンコン 200 g とこんにゃく 125 g を入れて 10 分間加熱した。すべての材料は食用に適した状態となったので、次に、砂糖大サジ 5 杯 (45 g) を入れて 10 分間加熱して、醤油大サジ 5 杯 (90 g) を加え、さらに 10 分間加熱後、消火して 30 分間そのまま放置した。出来上がった五目豆は、1220 g で材料別分量は Table 4 に示す通りであった。ただし、鶏手羽肉は、骨を取り除いた肉部分の全量である。以上のように調理した五目豆の 1 人分の 1 食の適量は 244 g となった。

Table 4 Quantities of Contents in cooked Gomoku-mame (g)

| | |
|--------------|-----|
| Soy beans | 200 |
| Burdock | 220 |
| Carrot | 130 |
| Lotus root | 200 |
| Konjak | 120 |
| Chicken wing | 230 |
| Soup | 120 |

この中から各材料 30 g を取り、液体窒素温度で凍結した後、粉碎・攪拌し、そのうち 2 g を灰化試料とした。

2. 2 アルミニウムの定量

用意した食物と素材試料は、それぞれ磁性ルツボに入れ、電気炉を使用して、550℃ で 20 時間灰化した。灰化試料は、6 N 塩酸水溶液 6 mol に溶かし、緩衝液として 1% 塩化ランタンを加えて、分析試料とした。定量分析は ICP-AES (セイコー製 SPS-1500VR) 分析装置を用いて行った。アルミニウムの発光スペクトルは、紫外部に強い 3 本の線スペクトルをもっているが、他のスペクトルからの影響の最も少なかった 396.154 nm の発光量から、検量線を用いて、アルミニウムの定量を行った。

3. 結果及び検討

3. 1 素材のアルミニウム含量

米飯、ポークビーンズ及び五目豆に使用した素材のものに含まれていたアルミニウムの量は Table 5, Table 6 及び Table 7 に示す通りであった。表及び本文中、± の符号の付いている数値は、標準偏差である。

Table 5 Aluminum contents in vegetables ($\mu\text{g}/100\text{g}\cdot\text{wt.}$)

| | | | |
|---------------------|---------------|------------|--------------|
| Polished white rice | 41 \pm 12*) | Lotus root | 835 \pm 77 |
| Soybeans | 23 \pm 7 | Carrot | 379 \pm 94 |
| Burdock | 532 \pm 46 | Konjak | 48 \pm 7 |

*) Numerals after \pm sign denote the standard deviationTable 6 Aluminum contents in meat and chicken ($\mu\text{g}/100\text{g}\cdot\text{wt.}$)

| | |
|---------------|-----------------|
| Pieces of ham | Chicken's Wings |
| 856 \pm 106 | 1262 \pm 326 |

Table 7 Aluminum contents in seasoning ($\mu\text{g}/100\text{g}$)

| | | |
|---------------|------------|-------|
| Tomato catsup | Soy sauce | Sugar |
| 50 \pm 6 | 38 \pm 3 | ND*) |

*) ND ; Not Detected

3. 2 食物のアルミニウム含量

出来上がり時の量100g当たりの量で表すと、米飯のアルミニウム含量は22 \pm 4 ($\mu\text{g}/100\text{g}$)であり、測定系に系統誤差のあることも考慮すれば、精白米の41 \pm 12 ($\mu\text{g}/100\text{g}$)と有意な差は見られなかった。すなわち、2人分程度の米飯をアルマイト鍋を使用して調理しても、鍋から溶出するアルミニウムの量は、素材中の含量に比べて、無視できる程度である。

アルマイト鍋を用いて調理したポークビーンズ及び五目豆の材料別アルミニウム含量を、それぞれTable 8及びTable 9に示す。

Table 8 Aluminum contents in pork-beans ($\mu\text{g}/100\text{g}$)

| | | |
|------------|--------------|----------------|
| Soybeans | Ham | Soup |
| 45 \pm 5 | 764 \pm 87 | 2873 \pm 352 |

Table 9 Aluminum contents in Gomoku-mame ($\mu\text{g}/100\text{g}$)

| | |
|--------------|----------------|
| Soybeans | 26 \pm 7 |
| Burdock | 497 \pm 29 |
| Carrot | 307 \pm 12 |
| Lotus root | 698 \pm 54 |
| Konjak | 52 \pm 5 |
| Chicken-wing | 1340 \pm 148 |
| Soup | 462 \pm 36 |

ポークビーンズ及び五目豆としてのアルミニウム含量は、それぞれ1245 \pm 131 ($\mu\text{g}/100\text{g}$)及び544 \pm 30 ($\mu\text{g}/100\text{g}$)であった。

ポークビーンズの豚肉のアルミニウム含量は、Table 6の素材のものと有意な差はなかった。しかし、煮汁の含量は、トマトケチャップのものに比べて57倍も多い。これはトマトケチャップが4%酢酸水溶液に

相当する酸性度をもつために、アルマイト鍋から溶出したアルミニウムによるものと考えられる。五目豆では、大豆とこんにゃくの含量は素材のものと差はなかった。また、ゴボウ、レンコン及びニンジンにおいても、アルミニウム含量は、それぞれ素材よりも減少する傾向が見られるが、いずれも誤差の範囲内であり、有意な変化を示さなかった。鶏手羽肉は素材の含量が1262 $\mu\text{g}/100\text{g}$.と高く、調理後も有意な変化は認められなかった。しかし、煮汁には、ゴボウの含量に匹敵するアルミニウムが含まれており、食品材料から溶出したものや調味料によるもの以外に、鍋からの溶出が考えられる。

1食分を煮汁も含めて米飯185g、ポークビーンズ163g及び五目豆244gとすると、1食当たり3397 μg のアルミニウムを摂取することになる。

今後の課題として、

- ①豚もも肉や鶏手羽肉において10ppm程度のアルミニウム含量が認められたが、これらの肉の部位による含量差を明らかにしておくこと、
- ②ニンジン、ゴボウ、レンコンにおいて、いずれも数ppm程度のアルミニウム含量が認められた。これらはいずれも根菜であり種実の精白米や大豆に比べて、10倍以上の含量であった。野菜は、根菜類、葉菜類及び果菜類に分けてそれぞれのアルミニウム含量を測定すること、
- ③動物性食品、植物性食品について、それぞれの部位におけるアルミニウムの化学形態を明らかにすること、等が上げられる。これらは、食環境に関わる情報として重要である。

4. 結 論

- (1) 2人分程度の炊飯では、アルマイト鍋を使用しても、米飯のアルミニウム含量が素材のものより増えることはなかった。
- (2) 素材について見た場合、ニンジン、レンコン及びゴボウのアルミニウム含量は、それぞれ精白米や大豆の10倍程度の値であった。
- (3) トマトケチャップを使用したポークビーンズでは、大豆や豚もも肉中のアルミニウム含量は調理前含量に比べて大きく変化しないが、煮汁には、鍋から溶出したと考えられるアルミニウムが2873($\mu\text{g}/100\text{g}$)含まれていた。
- (4) 五目豆の煮汁には、鍋からの溶出によると推定されるアルミニウムが全アルミニウム量の8%相当量含まれていた。
- (5) ポークビーンズ及び五目豆に使用した大豆、ニンジン、レンコン、ゴボウ、こんにゃく、豚もも肉及び鶏手羽肉のアルミニウム含量は、調理操作により変化することはなかった。

- (6) 米飯にポークビーンズと五目豆を副食として、1食相当分592 gを全部食した場合、3400 μg のアルミニウムを摂取することになる。

最後に、本研究においてICP分析装置使用の便宜を図って下さった農芸化学科の米林甲陽教授並びに山田秀和助教授に心から感謝致します。

本研究は、研究費の一部に平成6年度、7年度及び8年度の文部省科学研究費補助金を受けて実施した。

参考文献

- 1) ヨハン・ビヨルクステン, 菅原努, 中村重信, 二階堂修; 長寿の科学 第6章, 1990, 共立出版
- 2) 八瀬善郎; 痴呆と微量金属, *Dementia* 2(1988) pp109-115
- 3) 国立天文台編; 理科年表, 1992, 727頁, 丸善
- 4) J.L.Greger; "Tin and Aluminum", in "Trace minerals in foods" Ed., K.T.Smith (Marcel Dekker Inc.,1988)
- 5) 和田攻; 金属と人 —エコトキシコロジーと臨床, 217頁, 1985, 朝倉書店