ザンビア共和国「ンゴンベ」地区の乾燥食品のポリアミン量と 子どもたちのポリアミン推定摂取量

遠藤 千鶴^{*1}, 西堀 尚良^{*1}, 後藤 月江^{*1},
光崎 龍子^{*2}, 光崎 研一^{*3}

^{*1} 四国大学短期大学部生活科学科, ^{*2} 麻布大学環境保健学部, ^{*3} 麻布大学獣医学部

Polyamine Content of Dried Foods and Estimated Intake by Children in Zambia's Ngombe Region

Chizuru Endo ^{*1}, Naoyoshi Nishibori ^{*1}, Tsukie Goto ^{*1}, Ryuko Kohzaki ^{*2} and Kenichi Kohzaki ^{*3}

^{*1} Department of Science for Living, Shikoku University Junior College ;

^{*2} College of Environmental Health, Azabu University ;

^{*3} School of Veterinary Medicine, Azabu University

This cooperative support activity was for improving children's nutritional intake in Zambia, and we have already reported on the inadequacy of nutrients in their dietary intake. We estimate in this present experiment the intake and content of polyamine from the dietary survey results.

The results show that beans contained a large amount of spermine, and that small fish contained a large amount of putrescine. In terms of the intake of polyamines contained in food, 8-9-year-old children took in the most spermine contained in solweji beans, while 12-year-old children took in the most putrescine contained in kapenta.

Dietary guidance should provide an increased polyamine intake through an enhanced protein intake from such foods as solweji beans, soy beans, and kapenta.

Jpn. J. Nutr. Diet., 65 (2) 75～79 (2007)

Key words : polyamine, intake, dry food, Zambia

緒 言

我々は世界的にも乳幼児死亡率の高い(18位/283カ国中)¹⁾ ザンビア共和国(アフリカ)で、非政府組織SCDP(Sustainable Community Development Program)^{*1}と特定非営利活動法人TICO(Tokushima International Cooperation)^{*2}の依頼を受け、首都ルサカの低所得者居住地区である「ンゴンベ」における子どもたちの栄養素摂取量向上のための支援活動に協力している。この地区に居住する子どもたちの栄養素摂取量はFAO/WHOの所要量を大幅に下回っており、慢性的な栄養障害状態であることを報告²⁾した。このほか、乳幼児死亡率の高い原因としては、HIV/AIDSへの

感染、不衛生な飲み水などが考えられるが、特に栄養障害に起因する免疫力の低下と、それに伴う種々の感染症への感染が大きな要因であり、食生活の向上を目指すことが不可欠であると考えている。そこで、免疫能に関連のあるポリアミンに注目した。

ポリアミンは広く生物に分布する生体アミンであり、ほとんどすべての生物の細胞内でアルギニンやオルニチンから合成される物質である。代表的なものに二分子のアミンを含むプトレスシン、三分子のアミンを含むスベルミジン、四分子のアミンを含むスベルミンがある。ポリアミンは細胞増殖に不可欠であり、特定たんぱく質の合成促進³⁾や成長期の細胞再生促進⁴⁾に重

キーワード：ポリアミン, 摂取量, 乾燥食品, ザンビア

(連絡先：遠藤千鶴 〒771-1192 徳島市応神町古川 四国大学短期大学部 電話 088-665-1300 (内線 2217)

FAX 088-665-8037 E-mail endou-c@shikoku-u.ac.jp)

^{*1} SCDP (Sustainable Community Development Program) : ザンビア政府保健省の公式な許可を得た公益善意団体。アフリカの中でも干ばつや鉱物輸出の低迷から、社会・経済活動が特に劣悪化し、援助協力の必要性を国際機関より認知されているザンビア共和国の、主に貧困から脱却できない低所得の人たちを対象に活動している。

^{*2} TICO (Tokushima International Cooperation) : 1997年からアフリカのザンビア共和国で、干ばつに強い村づくり、貧困地区の民生改善、救急基盤整備などの国際活動をしている。

要な役割を果たすことが知られており、一方、加齢に伴う濃度の減少⁵⁾も報告されている。また、細胞内のポリアミン含有量は生合成と分解、および細胞外からの取り込みや排泄により調節される。さらに、食事摂取によりポリアミンが臓器へ分布することも知られている。そのため、食品中のポリアミン含有量を知ることが重要であり、近年、食品中のポリアミン含有量や摂取量が報告⁴⁻⁶⁾されるようになった。

日常的に摂取食品数が少ない「ンゴンベ」地区では栄養素摂取不足に伴う免疫能の低下が問題となる。そのため、一部の食品のポリアミン含有量を分析し、子どもたちの昼食量からその推定摂取量を求め、食事指導に役立てる検討をした。

方 法

1. 分析試料

この地区の一般的な食事内容は前報²⁾で報告したように、主食のミルミル（トウモロコシの粉）が摂取食品のほとんど（8～9割）を占める。そこで分析試料は主食のミルミルに加え、主食以外として使用頻度の高いソルウェジ豆（インゲンの一種）、ピーナッツ、カペンタ（乾燥小魚）、チェンガ（乾燥小魚）、マンゴ、かぼちゃの葉、キノコ、オクラ、芋虫（乾季はすべて乾燥）の計10種類の乾燥食品（検疫済み）とした。これらの食品試料はすべてンゴンベ地区の人々がよく利用するオープンマーケットで購入した。

2. 食品中のポリアミン分析法

ポリアミン分析用試料はそれぞれをミルで粉碎後、ふるい（20メッシュ）にかけ、0.5g前後秤量し、5%トリクロロ酢酸中でホモジナイズ（20,000rpm, 20秒, ハンドホモジナイザー MH-1000）後、一定量に定容した。定容した試料を遠心分離（1,900 × g, 10分）して上清と沈殿物に分け、さらにその沈殿物に5%トリクロロ酢酸を加え、同様にポリアミンを抽出し定容した。定容した上清を合一し、セルロースアセテートフィルター（0.45μm）を用いて濾過後、HPLCで分析した。カラムはイオン交換カラム（直径2.6mm × 50mm, 樹脂は日立 No.2619F）を用い、カラム温度は75℃とした。移動相には緩衝液Aとして0.045Mクエン酸ナトリウム, 0.061Mクエン酸, 0.064M塩化ナトリウム（pH4）、緩衝液Bとして0.20Mクエン酸ナトリウム, 2.0M塩化ナトリウム（pH7）を使用した。流量は0.25ml/minで、A液とB液によるグラジエント溶出を行った。分離液はo-フタルアルデヒド試薬と反応させ、検出は蛍光分光器（励起波長340nm, 蛍光波長435nm）を用いた。ポリアミン標準物質（プトレスシン, スペルミジン, スペルミン, カダベリン）は和光純薬工業

（株）より入手し、これらの溶出時間により試料中のポリアミンを同定した⁷⁾。

3. 水分の測定

水分の測定はポリアミン測定用にミルで粉碎し、ふるい（20メッシュ）を通した粉末を水分計（Sartorius MA50）を用い、105℃で加熱乾燥して求めた。

4. 調査期間および調査対象者

我々は「ンゴンベ」での栄養調査を実施するにあたり、ザンビア共和国の保健省より許可を得ている。

調査は2001年と2004年8月の各4日間であり、この時期は乾季である。本地区は低所得者居住地区であり、SCDPは栄養失調の子どもをもつ母親を対象に、子どもの栄養改善と母親の自立を目指した活動として栄養改善教室を開催している。調査対象者は母親がそれに参加、あるいは卒業している世帯の1～12歳の子ども68名（男35名、女33名）である。

5. 食事摂取量とポリアミン推定摂取量の算出方法

食事摂取量は治安のよい昼食時に家庭を訪問し、調理開始から食事が終わるまで立ち会い、秤量法にて子どもたちの食事摂取重量を計量した。すなわち、調理前後の食品重量変化を求めるとともに、盛り付け量と残食量の計量から喫食量を求め、調理前の食品重量に換算し、食品摂取量を求めた。そしてそれらを、食事摂取基準に準じた年齢区分で、食品別に平均値で表した。ポリアミン推定摂取量は分析試料に基づく分析値に食品摂取量を乗じて求めた。なお、分析できなかった生鮮食品（レイブ菜とトマト、卵、玉ねぎ、白菜）については西堀らの分析値⁸⁾を使用して同様に求めた。炭水化物、たんぱく質、脂質については前報²⁾で報告した数値を使用し、生鮮食品は五訂日本食品標準成分表の値を使用して推定摂取栄養素量として算出した。

結 果

1. 食品中のポリアミン含有量

表1に乾燥食品のポリアミン分析値と水分量を示した。植物性食品全てにプトレスシン、スペルミジン、スペルミンが含有され、その中で、マッシュルーム、マンゴ、ミルミル、ピーナッツにはカダベリンも含有されていた。また、マッシュルーム、かぼちゃの葉、オクラにはプトレスシン、スペルミジンが比較的多く含まれており、一般的に豆類のポリアミン含有量が高いことが知られているように、ソルウェジ豆にはスペルミンがきわめて多く含まれていることがわかった。

一方、動物性食品では芋虫、チェンガにプトレスシン、スペルミジン、カダベリンが、カペンタにはこれらの他にスペルミンも含有されていた。特に、芋虫、カペンタ、チェンガのプトレスシンはそれぞれ37.8 ±

表1 乾燥食品のポリアミン含有量および水分量

	プトレスシン	スベルミジン	スベルミン	カダベリン	水分量
	(nmol/g)	(nmol/g)	(nmol/g)	(nmol/g)	(%/可食部)
マッシュルーム	334 ± 30	819 ± 29	42 ± 8	58 ± 12	13.7
マンゴ	107 ± 8	124 ± 10	18 ± 3	11 ± 9	14.0
かぼちゃの葉	370 ± 111	278 ± 39	21 ± 5		13.1
ミルミル	36 ± 3	86 ± 20	100 ± 30	3 ± 0	14.0
ソルウエジ豆	23 ± 2	123 ± 7	1,151 ± 67		12.3
オクラ	264 ± 20	207 ± 17	328 ± 18		14.1
ピーナッツ	48 ± 5	85 ± 5	57 ± 9	8 ± 5	8.1
芋虫	37,817 ± 2,433	582 ± 231		26 ± 10	9.3
カペンタ	11,531 ± 790	426 ± 127	274 ± 19	9,379 ± 409	12.2
チェンガ	62,335 ± 2,492	224 ± 55		123,060 ± 3,006	13.6

プトレスシン, スベルミジン, スベルミン, カダベリン: n=5

表2 年齢別食品摂取量 (昼食)

	(g)					
年齢	1～2歳	3～5歳	6～7歳	8～9歳	10～11歳	12歳
	(n=16)	(n=21)	(n=6)	(n=13)	(n=8)	(n=4)
ミルミル (乾燥)	53	86	83	101	61	125
ソルウエジ豆 (乾燥)	4	7	8	15	6	4
ピーナッツ (乾燥)	3	3	1	1	2	0
トマト (生)	9	11	5	7	12	14
玉ねぎ (生)	1	2	1	1	1	2
白菜 (生)	4	7	2	5	2	0
レイブ菜 (生)	18	25	14	15	13	66
カペンタ (乾燥)	1				1	2
卵 (生)	1					
塩	0.4	0.9	0.1	0.6	0.3	0.6
油	1	1.7	0.1	1.4	1.9	3.2
計	95.4	143.6	114.2	147.0	100.2	216.8

表3 年齢別推定摂取栄養素量 (昼食)

	(g)					
年齢	1～2歳	3～5歳	6～7歳	8～9歳	10～11歳	12歳
	(n=16)	(n=21)	(n=6)	(n=13)	(n=8)	(n=4)
炭水化物	60	93	85	109	71	130
たんぱく質	5.2	7.2	6.4	8.5	5.9	10.8
脂質	4.6	6.4	4.2	5.9	5.6	8.6

2.4 μmol/g, 11.5 ± 0.8 μmol/g, 62.3 ± 2.5 μmol/g と、非常に多く含有されていた。

2. 食事摂取量およびポリアミン推定摂取量

主食は、トウモロコシの粉であるミルミルに水を加えて加熱し練りあげた「シマ」と呼ばれるもので、手で食べる。食べ方は、「シマ」に炒め煮したカペンタ (日本の煮干しによく似ている)、もしくは炒め煮したレイブ菜、煮豆を少量つけて一緒に食べる。カペンタの炒め煮には少量のトマトを入れる世帯が多い。副菜の材料はカペンタ、チェンガ、ソルウエジ豆、レイブ菜がよく使用され、卵、ピーナッツ、玉ねぎ、トマト

は味付け程度にしか使用されず、摂取食品数は4～8品と少ない。食事内容はどの世帯でもよく似ており、年齢別の食品摂取量は表2に示したように少ない。また、推定摂取栄養素量についても炭水化物、たんぱく質、脂質ともに少ない (表3)。これらの食事量から、ポリアミン摂取量を年齢別に推定算出 (表4) したところ、8～9歳児にスベルミンの摂取が多かった。これらはソルウエジ豆の摂取によるものと考えられる。また、12歳児のプトレスシンの摂取が他の年齢に比べ多かったのは、カペンタの摂取によるものである。

表4 昼食のポリアミン推定摂取量 (μmol)

年齢 (歳)	プトレスシン	スペルミジン	スペルミン
1~2	12.4	8.1	10.5
3~5	5.5	12.1	17.5
6~7	4.2	10.0	17.3
8~9	5.3	12.8	27.6
10~11	16.5	8.6	14.3
12	36.0	20.3	19.4

考 察

「ンゴンベ」の人々は地区内にあるオープンマーケットで食品を購入する。そこではミルミルは袋詰めで、その他の食品は大きなザルに盛り上げられた状態で販売されている (写真)。分析結果では、芋虫、カペンタ、チェンガにプトレスシンが多く含有されていた。プトレスシンは、日本では魚介類や食肉類などたんぱく質を主とする食品腐敗度を示す不揮発性腐敗アミン⁹⁾として使用されており、プトレスシン含有量が大きくなるほど腐敗が進んでいることになる。日本の煮干し (かたくちいわし) のプトレスシン含有量を測定すると $302 \pm 34 \text{ nmol/g}$ であり、分析に用いた3種の動物性食品に比べ少なかった。このことから、分析した3種の動物性食品は乾燥食品であるにもかかわらず、保存状態が悪かったのではないかと考えられる。

プトレスシンは腸内にある酵素、ジアミンオキシダーゼによりほとんどが分解されるため、プトレスシンとしては摂取量の10%程度しか吸収されないが、スペルミジン、スペルミンは分解されないため、その80~90%がそのまま吸収される⁴⁾。体内ではプトレスシンからスペルミジン、スペルミンが合成されることからプトレスシンはこれらポリアミンの前駆体として重要である。ザンビア共和国の芋虫、カペンタ、チェンガは保存状態に問題があると考えられるものの、きわめ

て多量のプトレスシンが含まれており、これらの食品の摂取はポリアミン代謝と体内のポリアミン含有量に影響を与えると考えられる。

食事調査から判断した子どもたちの食品摂取量は非常に少なく、その摂取量から算出した炭水化物、たんぱく質の摂取も少ない。従って、エネルギー、たんぱく質の確保が基本的に重要なことである。また、ザンビア共和国では砂糖にビタミンAが、塩にヨードが添加されているがいずれも摂取量は少なく、ビタミン類、ミネラルの摂取量を増加させることも重要である。

食糧事情はその国の経済事情、気候による農作物の収穫量の変化などに大きく影響される。さらに、ザンビア共和国は1963年までイギリスの統治下にあり、その間ザンビア共和国の人々にはたんぱく質を補うために大豆が配給されていた歴史がある。そのため、ザンビア共和国の人々にとって大豆は配給物というイメージがあり、進んで摂取しないという悪い慣習が残っている。今回の食事調査でもソルウェジ豆料理はあっても大豆の料理はみられなかった。ソルウェジ豆は前報²⁾に報告した赤豆であり、100g中に26.2gのたんぱく質を含有している。また、一般によく摂取されるカペンタ、チェンガなどの小魚の調理法はいわゆる炒め煮である。料理は離乳食や幼児食として作られてないことなどもあり、固く食べにくいことから、子どもたちによるこれらの食品の摂取量が低くなったと思われる。

栄養改善教室では、たんぱく質含有量の多い大豆の摂取を勧めるために大豆や大豆粉を使用した料理講習会を行っている。今回のポリアミン分析で、ソルウェジ豆には体内での吸収がよいスペルミンが多く含まれていることがわかったため、食事指導に役立つと思われる。併せて、カペンタやチェンガなどを用いた、乳幼児向き調理法の紹介を取り入れた食事指導により、子どもたちのたんぱく質摂取量の改善が進めば、ポリアミン摂取量も増加する可能性が高く、それによる免疫細胞の活性化に期待できると考えられる。

ま と め

我々はザンビア共和国「ンゴンベ地区」で、子どもたちの栄養素摂取量の向上のための支援活動に協力している。これまでに子どもたちの食事調査で摂取栄養素量の少ないことを報告してきた。本実験では、これらの食事調査から食品のポリアミン含有量とポリアミンの摂取量を推定した。

その結果、ソルウェジ豆にはスペルミンが、小魚類にはプトレスシンが多く含まれていた。子どもたちの食事に含まれるポリアミン推定摂取量は、8~9歳児にスペルミンの摂取が多く、これらはソルウェジ豆の摂

写真 オープンマーケットの食品販売

取によるものであった。また、12歳児のプトレスシンの摂取が他の年齢に比べて多かったのは、カペントの摂取によるものであった。

栄養改善教室において食事指導する場合、ソルウエジ豆、大豆、およびカペントなど小魚類のたんぱく質摂取を強化することにより、ポリアミン摂取量の増加が期待できると思われる。

文 献

- 1) UNICEF : The State of the World's Children 2006, p.97 (2005) UNICEF, New York
- 2) 大福月江, 井形和枝, 遠藤千鶴 : ザンビア低所得者居住区の食環境と幼児・学童児の昼食摂取に関する調査, 栄養学雑誌, **60**, 99-105 (2002)
- 3) 五十嵐一衛, 柏木恵子 : 神秘の生命物質ポリアミン, 化学と生物, **34** 442-450 (1997)
- 4) Bardocz, S., Duguid, T. J., Brown, D. S., Grant, G., Pusztai, A. and White, A. : The importance of dietary polyamines in cell regeneration and growth, *Br. J. Nutr.*, **73**, 819-828 (1995)
- 5) Nishimura, K., Shiina, R., Kashiwagi, K. and Igarashi, K. : Decrease in polyamines with aging and their ingestion from food and drink, *J. Biochem.*, **139**, 81-90 (2006)
- 6) Okamoto, A., Sugi, E., Koizumi, Y., Yanagida, F. and Udaka, S. : Polyamine content of ordinary food-stuffs and various fermented foods, *Biosci. Biotech. Biochem.*, **61**, 1582-1584 (1997)
- 7) Nishibori, N. and Nishijima, T. : Changes in polyamine levels during growth of a red-tide causing phytoplankton *Chattonella antiqua* (Raphidophyceae), *Eur. J. Phycol.*, **39**, 51-55 (2004)
- 8) Nishibori, N., Fujihara, S. and Akatuki, T. : Amounts of polyamines in foods in Japan and intake by Japanese, *Food Chem.*, in press.
- 9) 厚生労働省監修 : 食品衛生検査指針, 理化学編, pp.621-630 (2005) 日本食品衛生協会, 東京
(受付 : 平成 18 年 9 月 20 日, 受理 : 平成 19 年 2 月 17 日)