

## ラオス産コメの亜鉛，セレン，モリブデン含量

吉田 宗弘，渡邊 那月，山根 綾子

(関西大学工学部生物工学科食品工学研究室\*)

### Zinc, Selenium and Molybdenum Contents in Rice Grown on Lao PDR

Munehiro YOSHIDA, Natsuki WATANABE and Ayako YAMANE

*Laboratory of Food and Nutritional Sciences, Department of Biotechnology,*

*Faculty of Engineering, Kansai University*

#### Summary

Rice is a staple food for East Asian and Southeastern Asian people. In particular, people in Lao PDR consume a large amount (180 kg/year/capita) of rice and are considered to be dependent on this cereal not only for energy intake but also for the intake of protein and several micro-nutrients including trace elements. However, there is no report on the content of trace elements in Laotian rice. In the present study, we determined zinc (Zn), selenium (Se) and molybdenum (Mo) contents in Laotian rice and compared them with other types of Asian rice. Thirteen polished rice samples were collected in 4 prefectures (Vientiane, Luang-Phabang, Xiangkouang and Champsak) of Lao PDR. Their Zn, Se and Mo contents were analyzed by atomic absorption spectrometry, fluorometry and inductively coupled plasma-mass spectrometry, respectively, and compared with those in Japanese (n = 4), Thailand (n = 3), Malaysian (n = 10), Indian (n = 2) and Pakistan (n = 1) rice. Zn content in Laotian rice was  $13.2 \pm 2.3 \mu\text{g/g}$  (n = 13) and was higher than that in Japanese rice ( $10.5 \pm 2.0 \mu\text{g/g}$ ) and Malaysian rice ( $6.2 \pm 2.2 \mu\text{g/g}$ ). Se content in Laotian rice was  $19 \pm 7 \text{ ng/g}$  and was similar to that in Japanese ( $17 \pm 7 \text{ ng/g}$ ) and Malaysian rice ( $39 \pm 9 \mu\text{g/g}$ ) but was lower than Thailand rice ( $39 \pm 8 \text{ ng/g}$ ). In contrast to Zn content, Mo content in Laotian rice ( $327 \pm 177 \text{ ng/g}$ ) was lower than that in Japanese ( $613 \pm 232 \text{ ng/g}$ ) and Malaysian ( $730 \pm 285 \text{ ng/g}$ ) rice. Based on the analytical results and consumption of rice in Lao PDR (500 g/day/capita), daily intakes of Zn, Se and Mo from rice in the Laotian population were estimated to be 6.6 mg/day/capita, 9.5  $\mu\text{g/day/capita}$  and 164  $\mu\text{g/day/capita}$ , respectively. These results indicate that rice is a principal source of Zn and Mo in the Laotian population.

コメは東アジアや東南アジアの人々の主食であり，わが国でも明治以前には1日500 gの玄米を摂取していたと考えられている。昭和25年の国民栄養調査においても，日本人の穀物の摂取量は1人1日当たり500 g近く，うちコメは350 g(約2合)と報告されている<sup>1)</sup>。このようなコメ大量摂取の状況では，コメはタンパク質や微量栄養素の供給源でもある。たとえば，玄米は8%前後のタンパク質を含有しており<sup>2)</sup>，500 gの玄米摂取は約40 gのタンパク質摂取に相当する。成人のタンパク質必要量が1日50から60 gであるから<sup>3)</sup>，3合の玄米によってタンパク質必要量の大半が賄える計算になる。

現在の日本人のコメ摂取量は1人1日約160 gであり<sup>4)</sup>，かつてのように栄養素摂取の大半をコメに依存する状況ではない。しかし，他の食品に比較すれば，依然として最大の摂取量を誇る食品であり，いくつかの微量元素の重要な供給源である。たとえば，モリブデンは1日摂取量の45%<sup>5)</sup>，亜鉛は1日摂取量の26%<sup>6)</sup>をコメに依存している。

\*所在地：吹田市山手町3-3-35 (〒564-8680)

一方、東南アジアに位置するラオスの人々は、現在でも1年間に1人180 kgのコメの供給を受けており、エネルギー摂取の80%近くを穀物に依存している<sup>7)</sup>。したがって、ラオスの人々は、かつての日本人のように、エネルギーだけではなく、微量元素を含む多くの栄養素の摂取も、コメを主体とする穀物に依存していると考えられる。しかし、コメをはじめとする穀物中の微量元素含量は、生育土壌の影響を受けて変動する<sup>5, 8)</sup>。ゆえに、ラオスのようにコメを大量に摂取する地域において、実際にコメが微量元素の供給源として機能しているかを判断するには、コメの微量元素含有量を実測することが必要と思われる。しかし、ラオスのコメの微量元素含有量に関する報告は見当たらない。そこで本研究では、ラオス産コメに含まれる微量元素の中で、摂取量においてコメへの依存度が高いと考えられる亜鉛とモリブデン、および、その含有量に地域差のある可能性の高いセレンを分析し、他のアジア産コメと比較した。さらに分析値をもとにラオスにおいてコメがこれらの微量元素の供給源として有効であるかを検討した。

## 実験方法

### 1. 実験試料

脱穀精白された13点のコメ試料をラオスの4県 (Vientiane, Luang Phabang, Xiangkouang, Champasak) の市場にて収集した。また、日本産コメ (n = 4) を大阪近郊の米穀店にて購入、タイ産コメ (n = 3) をバンコク市内の小売店で購入し、試料とした。さらに、マレーシア科学大学のIbrahim教授から供与されたマレーシア産コメ (n = 10) と、NPフーズ(株)から供与されたインド産コメ (n = 2) とパキスタン産コメ (n = 1) も試料とした。なお、日本産コメとラオス産コメはいずれも短粒のジャポニカ系 (詳細は不明) であり、他のコメはいずれも長粒のインディカ系 (詳細不明) であった。

### 2. 分析法

収集したコメ試料はミルで細粉化後、約500 mgを10 mlの硝酸 (亜鉛とモリブデン)、または10 mlの硝酸と5 mlの過塩素酸 (セレン) を用いて湿式灰化した。灰化後の溶液中の亜鉛、セレン、モリブデンを、それぞれ、原子吸光光度法、蛍光光度法<sup>9)</sup>、および誘導結合プラズマ質量分析法<sup>5)</sup> によって定量した。いずれの元素も、各試料について4回分析を行い、その平均値を測定値とした。

## 結 果

Table 1に分析結果をまとめた。ラオス産コメの亜鉛含量は $13.2 \pm 2.3$   $\mu\text{g/g}$  (n = 13) で他のアジア産に比べてやや高かった。また、ラオス産コメのセレン含量は $19 \pm 7$   $\text{ng/g}$ で日本産 ( $18 \pm 7$   $\text{ng/g}$ ) とほぼ等しく、タイ産 ( $39 \pm 8$   $\text{ng/g}$ ) よりやや低かった。さらに、ラオス産コメのモリブデン含量は $327 \pm 177$   $\text{ng/g}$ でタイ産のモリブデン含量 ( $391 \pm 131$   $\text{ng/g}$ ) とほぼ等しく、他のアジア産に比べて低かった。

各微量元素濃度間の相関を検討した結果をFig. 1にまとめた。セレンとモリブデンの間に正、亜鉛とモリブデン、お

**Table 1** Zinc, selenium and molybdenum contents in rice samples grown in several Asian countries

Countries grown on	n	Zinc ( $\mu\text{g/g}$ )	Selenium ( $\text{ng/g}$ )	Molybdenum ( $\text{ng/g}$ )
Lao PDR	13	$13.2 \pm 2.3$	$19 \pm 7$	$327 \pm 177$
Thailand	3	$11.6 \pm 1.2$	$39 \pm 8$	$391 \pm 131$
Japan	4	$10.5 \pm 2.0$	$18 \pm 7$	$613 \pm 236$
Malaysia	10	$6.2 \pm 2.2$	$39 \pm 9$	$730 \pm 285$
India	2	$8.8 \pm 0.5$	$20 \pm 14$	$741 \pm 507$
Pakistan	1	3.4	54	1017

Values are means  $\pm$  SD.

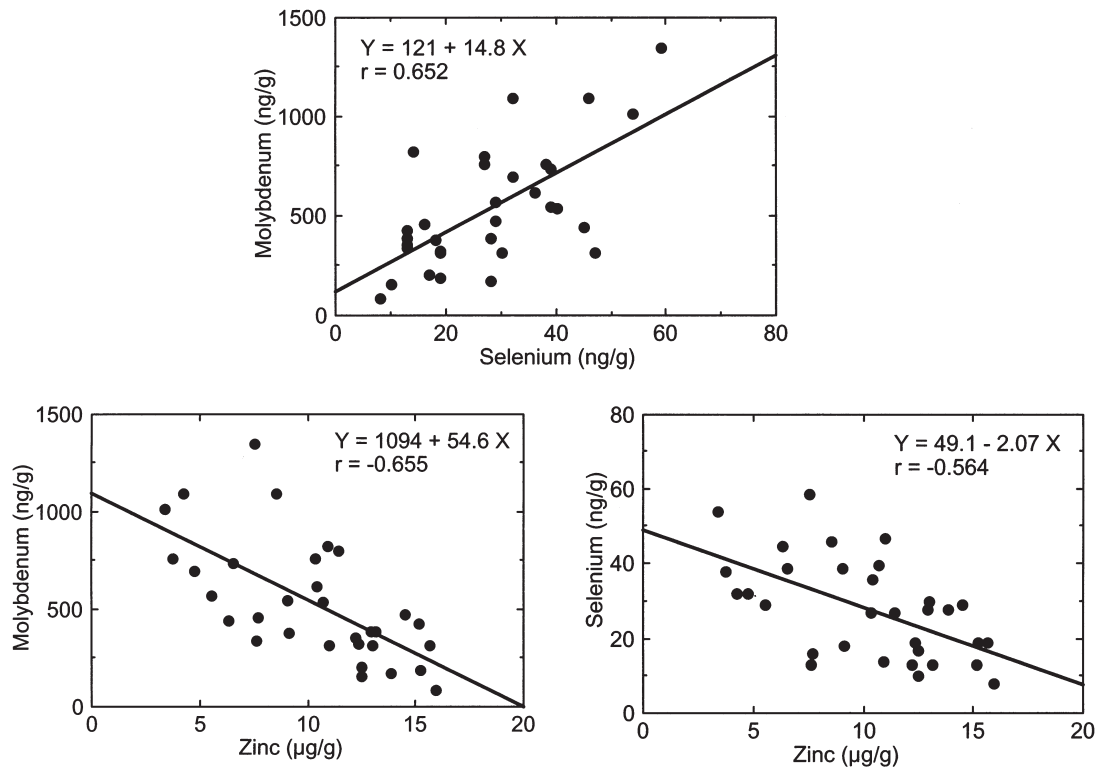


Fig. 1 Relationship between zinc, selenium and molybdenum contents in rice samples.

よび亜鉛とセレンの間に負の、いずれも有意な相関関係が認められた。

### 考 察

アジア各国産のコメに関して、亜鉛、セレン、およびモリブデン濃度間の相関を検討したところ、セレンとモリブデンの間に正、亜鉛とモリブデン、および亜鉛とセレンの間に負の相関関係を認めた。アルカリ側のpHにおいて、土壌中のモリブデンは溶解性が高いのに対して<sup>10)</sup>、亜鉛イオンは水酸化亜鉛となって大半が不溶である<sup>11)</sup>。また、セレンに関しては、かつて家畜のセレン中毒が「アルカリ病 (alkaline disease)」と呼ばれていたことから明らかなように、アルカリ側pHの土壌において高セレン濃度の作物が収穫される<sup>12)</sup>。つまり、セレンとモリブデンは土壌pHが高い場合、亜鉛は土壌pHが低い場合に、植物にとっての可給体の形態になりやすい。ゆえに、今回観察された微量元素間の相関には、土壌の各微量元素濃度に加えて、土壌のpHが関連している可能性が高いと思われる。

今回の研究の目的は、コメを大量に摂取しているラオスにおいて、コメが亜鉛、セレン、モリブデンの供給源として機能しているかを検討することにあつた。ラオス人1日1人当たりのコメの摂取量を500 gとして、今回の分析結果を当てはめると、ラオス人のコメからの亜鉛、セレン、モリブデンの摂取量はそれぞれ1日1人当たり6.6 mg, 9.5 μg, 164 μgと算定される。各元素の推定平均必要量 (EAR) は、日本人男性の場合、亜鉛 8 mg<sup>13)</sup>、セレン 25~30 μg<sup>14)</sup>、モリブデン 20 μg<sup>15)</sup>である。このEARをラオス人にも適用すると、微量元素の供給をコメ以外にも求めないかぎり、ラオスの人々の半数以上は亜鉛とセレンが不足していると考えられる。事実、ラオスにおいては、鉄、ヨウ素、ビタミンAの欠乏が顕在化していることから<sup>16)</sup>、亜鉛やセレンなどの微量元素の欠乏についても調査する必要があると思われる。

### 参考文献

- 1) 厚生省 (1951) 国民栄養の現状 (昭和25年度国民栄養調査成績), 厚生省公衆衛生局栄養課, 東京.
- 2) 科学技術庁資源調査会 (2000) 五訂日本食品標準成分表, 大蔵省印刷局, 東京.
- 3) 厚生労働省 (2005) 日本人の食事摂取基準 [2005年版], 第一出版, 東京: pp.39-49.

- 4) 厚生労働省 (2002) 国民栄養の現状 (平成12年厚生労働省国民栄養調査結果), 第一出版, 東京.
- 5) Hattori H, Ashida A, Itô C, Yoshida M (2004) Determination of molybdenum in foods and human milk, and an estimate of average molybdenum intake in the Japanese population. *J Nutr Sci Vitaminol* 50: 404 - 409.
- 6) 厚生労働省 (2005) 平成15年国民健康・栄養調査報告, 第一出版, 東京.
- 7) Food and Agriculture Organization of the United Nations (2003) Nutrition Country Profiles. Laos, FAO, Rome: pp.9 - 12.
- 8) 吉田宗弘, 安藤達彦, 舘 博 (1995) 輸入米および輸入大豆のセレン含量. *栄食誌* 48 : 152 - 155.
- 9) Watkinson JH (1966) Fluorometric determination of selenium in biological material with 2,3-diaminonaphthalene. *Anal Chem* 38: 92 - 97.
- 10) Gupta UC (1997) Soil and plant factors affecting molybdenum uptake by plants. In *Molybdenum in Agriculture*, ed. by Gupta UC, Cambridge University Press, Cambridge: pp.71 - 91.
- 11) Wilber WG, Hunter JV, Balmat J (1980) Zinc in urban storm- and wastewaters. In *Zinc in the Environment Part I*, ed. by Nriagu JO, John Wiley & Sons, London: pp.229 - 266.
- 12) Reilly C (1996) Selenium in health and disease I. The agriculture connection. In *Selenium in Food and Health*, Blackie Academic & Professional, London: pp.86 - 109.
- 13) 厚生労働省 (2005) 日本人の食事摂取基準 [2005年版], 第一出版, 東京 : pp.177 - 183.
- 14) 厚生労働省 (2005) 日本人の食事摂取基準 [2005年版], 第一出版, 東京 : pp.184 - 188.
- 15) 厚生労働省 (2005) 日本人の食事摂取基準 [2005年版], 第一出版, 東京 : pp.152 - 155.
- 16) Food and Agriculture Organization of the United Nations (1999) Review and analysis of existing food consumption practices. In *Assistance to review and analysis of existing food consumption practices and prepare a technical cooperation programme proposal on household gardens and nutrition in LAO PDR (FAO field document SPP-RAP 52/10/98)*, FAO, Vientiane: pp.2 - 10.