

## ハトムギのミネラル

佐藤 明・赤井達男・今村経明  
(広島大学生物生産学部 応用生化学講座)

1983年10月3日受理

### Minerals in Job's tears

Akira SATO, Tatsuo AKAI, and Tsuneaki IMAMURA

*Department of Applied Biochemistry, Faculty of Applied Biological Science,  
Hiroshima University, Fukuyama*

(Fig. 1-2; Table 1-3)

わが国におけるハトムギの栽培は300年余の歴史を有し、昔はシコクムギ(四国麦), トウムギ(唐麦), ヨクイ(意苡)などと呼ばれていた。イネ科の1年草で、その果実の硬い殻を脱殻して得られる白い肉の部分(仁)が、漢方薬として用いられるヨクイニンである。最近、健康食品として利用されているのはこの部分で、その薬効が盛んに宣伝されている。しかし本報は、ハトムギを新しい食品原料として取り上げ、食品学的な評価を探ろうとするものである。ハトムギは湿地でも栽培することができ、日本の気候がその成育に適していることから、米の転作作物のひとつに考える専門家もいる。しかしまだ栽培条件が定まっていないために、(1)品質が一定しない、(2)混入する未成熟粒を除去する手間が必要、(3)米麦に比べて精白歩留が悪いためコスト高となるなどの問題があり、米麦に代る主食的な利用には無理がある。そして単品で加工した形もしくは他の加工食品に補助原料として加える形の利用法が検討され、各種の製品あるいは試作品が発表されている。このような利用形態、とくに補助原料として用いる場合には、他原料にはない加工特性を備えることが望ましい。既に油脂の脂肪酸組成<sup>1)</sup>、蛋白質のアミノ酸組成<sup>1)</sup>、デンプンの特性<sup>2)</sup>などが報告されているが、ハトムギの評価を決定的に高める性質は見出せないので、視点を変え、ミネラルについて調べてみた。

最近寺岡ら<sup>3)</sup>は多種類の国産食品のミネラルについて詳細な調査結果を報告しているが、ハトムギについては実施していない。また四訂日本食品標準成分表<sup>4)</sup>には、カルシウム、リン、鉄、カリウム、ナトリウムの5元素の含量が報告されているが、これらの値からは、ハトムギの食品価値を高めるような結論は引き出せない。そこで著者らは、できる限り多種類の元素について定量を試み、そのうち信頼できる12種の元素の測定結果と、それに基づいた考察を報告することとした。このために、同じイネ科植物である米と小麦、また多様な加工形態がとられる大豆についても測定を行ない、ハトムギと比較してみた。

### 実験の材料および方法

#### 1. 材料

実験に用いたハトムギは昭和57年広島県産のものと同56年岡山県産のもの、また米、小麦、および大豆は昭和57年広島県産のものであった。そして米はうるち米で中生新千本、小麦はシラサギコムギ、大豆は鶴の子であった。これらの材料から、四分割法によってそれぞれの必要量(100粒前後)を抽出し、測定用の試料とした。

## 2. 試薬類

水は、すべての実験において脱イオン蒸留水を用いた。各元素の検量線を求めるための標準液は和光純薬製原子吸光分析用を用いたほか、試薬類はすべて市販特級品を用いた。

## 3. 灰分の測定

1.で述べた試料を95～100℃で乾燥して、まず乾物量を求め、次にその乾物の一定量を白金ルツボにとり、500±5℃で灰化した。

## 4. 各金属元素の定量

上記灰分定量後のルツボ内容物を1N塩酸に溶かしたものを測定試料とし、日立製偏光ゼーマン原子吸光光度計180-80型を用い、Table 1の条件で測定した。得られた結果は乾物100g中のmgまたはμg数で表わした。一方この条件で、(1)ハトムギの灰に既知量の元素を単独で加えた試料ならびに(2)精白ハトムギ粉に既知量の元素を単独で加えてから灰化した試料を用いて、各元素の回収試験を行なった。その結果、Kは(1)が101で(2)が87%、以下同様にMgは103と91、Caは97と93、Naは110と110、Feは101と101、Znは111と101、Mnは101と102、Cuは101と101、Moは108と96、Niは94と93、Crは110と113、Coは105と98%であった。一部のものに灰化の際の損失がみられた。また共存するリンの干渉を考慮しなければならない元素もあり、Caの場合は干渉除去剤を加えるのが望ましいとされている<sup>9)</sup>。しかし本報では、実験の全体計画の都合上、干渉除去剤を添加しなかった。そこで、ハトムギに含まれる濃度のリンを添加した標準液を用いて、Ca、Mn、およびMgの回収率を調べてみた結果、Caは90.2%、MnとMgはほぼ100%であった。本論においてはこれらを念頭に置いて、結果の判断ならびに考察を行なうこととした。しかし、以上12種の元素と同時に検討したCd、V、Ag、Pb、Se、の5元素は、回収率や再現性において信頼できる測定結果が得られなかったため、発表の対象から除外した。

Table 1. Examined conditions for determining various elements with polarized Zeeman AAS.

	by flame method								by flame-less method								
	Na	K	Mg	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	V	Cr	Mo	Co	Ni	Ag	Cd	Pb	Se
Lamp current (mA)	10	10	7.5	7.5	7.5	10	7.5	10	12.5	7.5	15	10	10	7.5	7.5	7.5	12.5
Wave length (nm)	589.0	766.5	285.2	422.7	279.5	248.3	324.8	213.8	318.4	357.9	313.3	240.7	232.0	328.1	228.8	283.3	196.0
Slit (nm)	0.4	2.6	2.6	2.6	0.4	0.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	0.2	0.2	2.6	1.3	1.3	1.3
Burner height	7.5	7.5	7.5	12.5	7.5	7.5	7.5	7.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oxidant air (kg/cm <sup>2</sup> )	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fuel C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	0.25	0.3	0.2	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Injection (sec)	5	5	5	5	5	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuvette*	-	-	-	-	-	-	-	-	pyro	pyro	pyro	pyro	pyro	cup	cup	cup	cup
Carrier gas : Ar (ml/min)	-	-	-	-	-	-	-	-	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Sample vol. (μl)	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10	10	10	10	10	10	10	10

\* pyro : pyrolytic graphite cuvette , cup : cup cuvette

## 結果および考察

### 1. ハトムギの灰分組成ならびに米、小麦、大豆との比較

広島県産ハトムギについて行なった測定の結果をTable 2に示した。灰分は、四訂日本食品標準成分表<sup>9)</sup>に記載された値の約2倍であった。その内容を比べると著者らの値はKとFeが多くて1.6倍と1.8倍、NaとCaが少なく0.6倍と0.4倍であった。Table 2には、ハトムギに加えて米、小麦、大豆についての測定結果も示してある。著者らと寺岡ら<sup>3)</sup>は、ほぼ同じ方法を用い、実験材料の産地も近隣であったが、測定結果にかなり違うものがあった。この2つの結果に上記の成分表の値を加えて比較してみると、KとFeの値は3者3様であるが著者らの値は成分表の値に近かった。Caは成分表の値が、Naは寺岡らの値が他の2者に比べて著しく高く、著者らの値は両元素とも最低であった。そして寺岡らが示した大豆の灰分量が極めて少ないことも目についた。

Table 2. Contents and compositions of ash in husked grains of Job's tears, rice, wheat, and soybean.

	Ash (%)	(mg/100g of dry matter)							(μg/100g of dry matter)					
		K	Mg	Fe	Zn	Ca	Mn	Na	Cu	Mo	Ni	Cr	Co	
Job's tears	I	2.69	500	250	6.32	6.60	3.39	2.76	0.74	491	166	71.0	65.2	4.44
	II	2.71	540	290	6.62	6.92	5.93	2.88	0.70	503	242	69.4	93.7	4.36
	III	2.63	486	271	7.67	6.45	4.11	2.90	0.81	505	336	63.5	24.5	3.14
	IV	2.66	527	273	7.44	7.06	4.14	3.11	0.41	508	279	53.2	23.5	4.06
	av.	2.67	513	271	7.01	6.76	4.39	2.91	0.67	502	243	64.3	51.7	4.00
(Ref. I)	(1.30)	(320)	(-)	(2.5)	(-)	(11)	(-)	(1)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	
Rice		1.23	250	90	0.87	2.04	2.46	1.74	1.79	193	70.3	29.8	35.1	8.55
	(Ref. I)	(1.3)	(250)	(-)	(1.1)	(-)	(10)	(-)	(2)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
	(Ref. II)	(1.31)	(300)	(130)	(1.2)	(2.8)	(5.3)	(2.10)	(5.5)	(170)	(25)	(21)	(-)	(-)
Wheat		1.94	486	134	5.27	5.38	11.2	4.86	0.66	558	41.8	102	14.4	3.24
	(Ref. I)	(1.6)	(460)	(-)	(3.1)	(-)	(24)	(-)	(2)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
	(Ref. II)	(1.79)	(410)	(140)	(6.8)	(3.8)	(15)	(1.60)	(4.3)	(590)	(63)	(23)	(-)	(-)
Soybean		5.92	1840	270	7.86	5.68	82.8	2.82	1.42	1270	36.6	259	125	37.5
	(Ref. I)	(5.0)	(1900)	(-)	(9.4)	(-)	(240)	(-)	(1)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
	(Ref. II)	(2.85)	(1000)	(140)	(6.9)	(4.30)	(120)	(1.40)	(16)	(660)	(110)	(220)	(-)	(-)

Numbers in parentheses are the values cited from the "Standard Tables of Food Composition in Japan"<sup>4)</sup> (Ref. I) and literature by Teraoka et al.<sup>3)</sup> (Ref. II).

これら4種の食品の元素量を、多いものから順に並べると、  
 ハトムギ : K, Mg, Fe, Zn, Ca, Mn, Na, Cu, Mo, Ni, Cr, Co ;  
 米 : K, Mg, Ca, Zn, Na, Mn, Fe, Cu, Mo, Cr, Ni, Co ;  
 小麦 : K, Mg, Ca, Zn, Fe, Mn, Na, Cu, Ni, Mo, Cr, Co ;  
 大豆 : K, Mg, Ca, Fe, Zn, Mn, Na, Cu, Ni, Cr, Co, Mo ;  
 となり、相対的にハトムギではCaが少ないこと、米ではFeが少ないこと、大豆ではMoが少ないことが

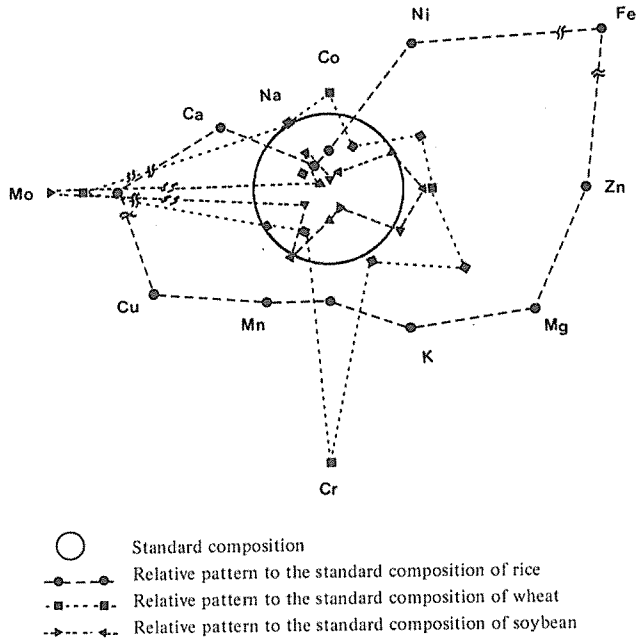


Fig. 1. Comparison of ash composition of Job's tears to those of rice, wheat, and soybean.

分る。次に各元素ごとに、ハトムギと他食品とを比較したのが Fig. 1 である。米、小麦、大豆の各元素の量を基準（図中の円）にとり、これに対するハトムギの各元素量を3つの多角形で示してある。米に比較すれば、ハトムギの各元素は、Na と Co を除いて円の外にあり、ハトムギの方が米よりミネラルを豊富に含んでいることが分る。小麦に比べるとハトムギはMo, Cr, Mg, Zn, Fe, Co の含量が多く、Ca, Mn, Ni が少ない。しかし大豆に比べると、Mo を除けば、いずれもかなり少なく、良くても同じ位である。この同じ程度に含まれる元素は、円周上にある Zn, Mg, Mn であって、いずれも近年その栄養学的意義が再検討されているミネラルである。Mo は、ハトムギに目立って多い元素であって、その量は米の約 3.5 倍、小麦の 5.8 倍、大豆の 6.6 倍であった。

## 2. 成熟粒と未成熟粒の比較

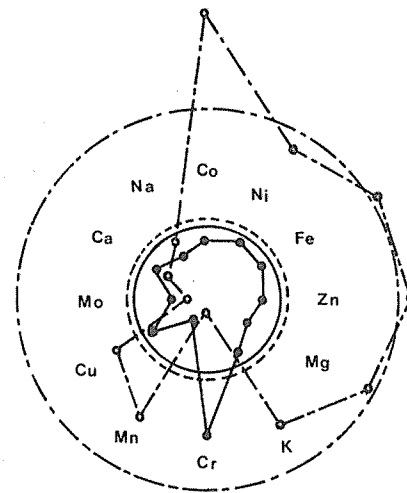
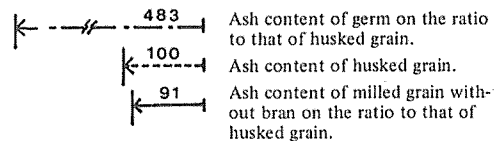
はじめに述べたように、収穫されたハトムギは未成熟粒を選別しなければならない。岡山県産のハトムギを、穀の色によって成熟粒（黒褐色のもの）と未成熟粒（黄緑色のもの）に選別し、それぞれの灰分と12種の元素量を測定した結果が Table 3 に示してある。例数が少ないこともあって両者間に、とくに指摘できる違いは見出せなかった。

Table 3. Contents and compositions of ash in husked grains of ripened and unripened Job's tears.

	Ash (%)	(mg/100g of dry matter)						(μg/100g of dry matter)					
		K	Mg	Fe	Zn	Ca	Mn	Na	Cu	Mo	Ni	Cr	Co
Ripened	2.69	480	250	4.35	5.81	3.40	2.54	1.01	456	68.6	41.3	41.5	2.80
Unripened	2.79	560	200	3.99	5.84	4.94	2.85	1.84	598	80.4	82.9	112	3.63

## 3. ハトムギ粒におけるミネラルの分布

ハトムギ粒から手で外皮（ふすま）と胚芽を分離し、得られた精白子実（Milled grain without bran）と胚芽（Germ）について灰分と12種の元素量を測定した。測定値をそれぞれハトムギ全粒（Husked grain）の値（Table 2）と比較したのが Fig. 2 である。各測定値における全粒と精白子実の差をふすまに含まれる量と考えれば、その分だけ精白子実では減ることになる。ところがCrだけは子実に多く、反対にMnはやや少なく分布している。また胚芽には全粒の約4.8倍の灰分が含まれるが、上記のCrと、Mo, Caの3元素はむしろ少なかった。そしてCoがとくに多く分布していることが目についた。



Polygons of dot-dash and solid lines represent the respective ash-composition of germ and milled grain without bran. The length from the center to each apex represents the amount of the element on the ratio to that of husked grain.

Fig. 2. Differences of ash-composition among the germ, milled grain without bran, and husked grain of Job's tears.

## 要 約

ミネラルの面からハトムギの食品価値を探るために、偏光ゼーマン原子吸光光度計を用いて12種の元素量を測定し、米、小麦、大豆と比較した。灰分は米の約2倍、小麦の約1.5倍であった。12種の元素はK, Mg, Fe, Zn, Ca, Mn, Na, Cu, Mo, Ni, Cr, Coの順に多く含まれていた。対照とした3食品に比べてMoとZnが多く、Caが少なかった。とくにZnは、日常摂取する植物性食品では最も多いものの一つである大豆よりも多かった。乾物100g中の各元素は、K 513mg, Mg 271mg, Fe 7.01mg, Zn 6.76mg, Ca 4.39mg, Mn 2.91mg, Na 0.67mg, Cu 502 $\mu$ g, Mo 243 $\mu$ g, Ni 64.3 $\mu$ g, Cr 51.7 $\mu$ g, Co 4.00 $\mu$ gであった。精白すればこれら元素の一部はふすまへ移るが、その程度はMnに顕著で、逆にCrの移行は少なかった。そしてZnの移行も比較的少なかった。

本研究を実施するに当たり、実験の一部を担当した高村恭子氏ならびに実験材料を提供して頂いた広島県食品工業試験場・山田技官に、感謝の意を表する。

## 文 献

- 1) 佐藤孜郎・宮田義昭：ノートルダム清心女子大学時報，第21号，51 - 57 (1976)。
- 2) 佐藤孜郎：ノートルダム清心女子大学紀要，2，51 - 57 (1978)。
- 3) 寺岡久之・森井ふじ・小林 純：栄養と食糧，34，221 - 239 (1981)。
- 4) 科学技術庁資源調査会編：四訂日本食品標準成分表，pp. 40 - 56，98 - 99 (1982)。
- 5) 安井明美・小泉英夫・堤 忠一：分析化学，30，T 65 (1981)。

## Summary

Individuality of Job's tears in minerals-pattern was examined with a polarized Zeeman absorption spectrophotometer, in order to extend the food value of this material. Any evaluation based on such view point has not been reported. Judging the individuality was done by comparison of ash composition of Job's tears to those of rice, wheat, and soybean. Elements investigated were K, Mg, Fe, Zn, Ca, Mn, Na, Cu, Mo, Ni, Cr, and Co. Each amount was as much as the above order. As a whole, the ash composition of Job's tears was superior to that of either rice or wheat. Severally consideration on the constituents of ash of each food showed that a superior point of Job's tears was found on the higher contents of Mo and Zn. The Mo content was 243 $\mu$ g/100g of dry matter and the level was about 3.5 times as much as that of rice, 5.8 times that of wheat, and 6.6 times that of soybean. Zn content was 6.76 mg/100g of dry matter and it was higher level than the content in soybean which is known as an excellent source of Zn among cereals and vegetables. Ca in Job's tears was 1.7 times as much as that of rice, while the level was 1/20 to that of soybean.

Distribution of the twelve elements in the grain of Job's tears was also examined. Ash content of the germ was 4.8 times as much as that of the whole grain, but the contents of Cr, Mo, and Ca were not so much. Contrary, Co concentrated in this part. Element which concentrated in the milled grain was Mo alone.