

水稻穀実の微量元素組成について

高橋 英一・西村 和雄

(京都大学農学部農芸化学教室*)

A Survey Study on the Elemental Composition of Rice Husks

Eiichi TAKAHASHI and Kazuo NISHIMURA

*Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture,
Kyoto University*

139 Samples of paddies were collected from 47 prefectural agricultural experiment stations and the elemental composition of their husks, brans and grains were determined.

The main purpose of the experiment was surveying mineral intake of Japanese from rice and also examining usefulness of husks as a biological indicator for environmental quality.

In this paper, contents of 20 elements — N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Si, Na, Sr, Ba, Al, Ti, Co, Ni, Cr, V — in husks were presented and briefly discussed about the meanings of their regional and varietal differences.

目 的

米はわが国の主要食糧であり、昔にくらべ摂取量は低下しているとはいえ、日本人の摂取カロリーの1/3は米で占められている。ところで米をとる水田は立地的にいろいろな物質が流入集積しやすく、また可吸態で存在しやすい環境であり、そこに生育するイネはケイ酸やマンガンの元素を集積する特性がある。¹⁾ そこでわれわれは全国各地から籾を集め、籾殻、ヌカ、

* 所在地：京都市左京区北白川追分町（〒606）

白米にわけてそれらの元素組成をしらべ、日本人は米を通してどれだけのミネラル、とくに微量元素を摂取しているか、またイネが土壌から吸収した元素の多くが集積される籾殻が環境指標の尺度になり得るか否かを知るために実験を行なった。

方 法

全国、1道・1都・2府・43県の農業試験場の場内圃場で1982年に栽培された代表的イネ品種平均3種類の籾、合計139点の提供をうけ、これを籾殻、ヌカ、白米の3つの部分にわけ、Al, B, Ba, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, N, Na, Ni, P, Si, Sr, Ti, V, Znの20元素の分析を行なった。分析方法は試料を硝酸分解した供試液を用いてCa, Fe, K, Mg, Mn, Naは原子吸光法により、²⁾ Al, B, Ba, Co, Cr, Cu, Ni, Sr, Ti, V, ZnはI・C・P法により、³⁾ Pは比色法により定量した。またNは硫酸分解液の比色、Siは重量法により定量を行なった。こうして得られた各元素の分析値について平均値、最大、最小値、標準偏差、元素間の相関係数を京都大学大型計算機センターのSASプログラムによって求めた。

結 果 と 考 察

ここでは分析の完了した籾殻の結果について述べる。

第1表は試料の地域分布である。Ⅱの関東には山梨、長野が、Ⅳの北陸には岐阜が入っている。

第2表に20元素の平均値、最大値、最小値およびC. V.を示した。SiはSiO₂としてモミガラの灰分の90%以上を占め、C. V.は最小である。これはイネのケイ酸吸収性が著しく大きく、またケイ酸肥料などの施用で十分量の可吸態ケイ酸が与えられていたためと思われる。多量必須元素のC. V.は一般に小さいが、これは肥培管理がゆきとどいているためと思われる。微量必須元素の中でFe, Mn, CuのC. V.はやや大きく、また非必須元素のC. V.は概して大きい、これは土壌間差異の反映と思われる。なおTiのC. V.はとくに大きい、その原因については検討の要がある。

第3表は全国的な地域差であるが、Ⅳ(北陸)は元素含有率の低いものが多く、Ⅱ(関東)、Ⅶ(四国)は高いものが多いという傾向がみられる。これには気候、水質、土壌型などが関係していると思われる、今後の検討課題である。

第4表は品種の影響をみたものである。供試点数139点の中で最も多かった品種はニホンバレの25点とコシヒカリの11点で、この2つで全体の1/3を占めている。それでこの2品種

Table 1. Regional distribution of samples

	Districts	No. of Prefectures	No. of Samples
I	Hokkaido, Tohoku	7	27
II	Kanto	9	22
III	Tokai	3	11
IV	Hokuriku	5	14
V	Kinki	6	20
VI	Chugoku	5	13
VII	Shikoku	4	10
VIII	Kyushu	8	22
	Total	47	139

Table 2. Elemental composition of rice husks collected from 47 prefectural agricultural experiment stations

	mean (ppm)	maximum	minimum	C. V. (%)*
Si	67,700	114,000	31,100	24
K	5,620	8,940	1,720	26
N	4,374	8,330	2,330	28
Ca	668	1,260	318	27
Na	313	1,180	94	62
P	288	645	124	32
Mg	263	568	113	31
Mn	230	506	62	42
Fe	59	227	26	44
Al	38	143	12	55
Zn	24	66	14	32
Ba	14	82	2.7	84
B	6.1	12	2.8	25
Cu	2.1	9.5	0.66	48
Sr	1.9	5.0	0.93	36
Co	1.8	6.6	0.66	42
Ti	1.1	12	0.04	114
Ni	0.57	2.9	0.18	66
Cr	0.45	1.4	0.18	33
V	0.28	0.96	0.05	48

$$* \text{ C. V. (\%)} = \frac{\text{Std. Dev.}}{\text{mean}} \times 100$$

n = 139

Table 3. Regional distributions of mean maximum(**) and mean minimum(*) values of elements contained in rice husks

Districts	Districts							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Si (1.3)		**				*		
K (1.3)				*			**	
N (1.4)		**		*				
Ca (1.1)				*		**		
Na (2.5)	**			*				
P (1.2)	*			*			**	
Mg (1.5)		**		*				
Mn (1.6)		*			**			
Fe (2.0)		**		*				
Al (2.0)		**		*				
Zn (1.3)			*				**	
Ba (2.4)	*			**				
B (1.4)		*					**	
Cu (1.4)	*	**						
Sr (1.4)			**			*		
Co (1.7)		**		*				
Ti (4.7)		**		*				
Ni (3.2)			**	*				
Cr (1.5)				*	**			
V (1.7)				*	**		**	
*	3	2	1	13	0	1	0	0
**	1	7	2	1	3	1	5	0

Numbers in (): Ratio of maximum content / minimum content

の元素組成を比較した。ニホンバレはコシヒカリにくらべて Ca-Sr-Ba, Mn-Cu が高く, Fe-Co が低い傾向がみとめられる。このような差異は品種そのものによるのか, またヌカ, 米についてはどうなのか, 水耕によって今後さらに検討する必要がある。

第5表には2元素間の相関係数の高いものを示した。その中で Fe-Coの相関係数はもっとも高かった。Fe-Coは土壌中では密接な関係で行動することが知られているが, 植物による吸収, 移行, 集積においても類似した行動をとっているように推察される。Ca-Srの場合には他とことなり, 高Ca低Srはあるが低Ca高SrはなくCa/Sr比はある値よりも低くなることはなかった。Srは生物のCaCO₃型の硬組織(石灰藻, 石灰海綿, サンゴ, 貝など)中に集積することが知られているが,⁴⁾ この結果は陸上植物におけるCaとSrの類似行動を示唆してお

Table 4. Mean elemental compositions of rice husks of major two varieties

Elements	Nihonbare		Koshihikari	
	mean (ppm)	C. V. (%)	mean (ppm)	C. V. (%)
Si	72,900	23	67,600	17
K	5,404	27	4,704	23
N	4,610	34	3,957	25
Ca	757	25	564	18
Na	284	42	297	72
P	313	38	243	33
Mg	266	27	277	27
Mn	243	42	175	44
Fe	57	31	63	76
Al	37	57	35	56
Zn	26	39	24	24
Ba	25	80	17	62
B	5.6	23	5.6	27
Cu	2.5	68	1.6	32
Sr	2.1	33	1.7	26
Co	1.6	27	1.9	72
Ti	0.92	79	1.3	138
Ni	0.54	53	0.57	108
Cr	0.40	25	0.48	59
V	0.24	37	0.28	68

Table 5. Correlation coefficients between two elements ($P < 0.001$)

N = 139

Fe - Co	0.92
Co - Ti	0.84
Fe - Ti	0.83
Co - V	0.78
Al - Fe	0.69
Al - Co	0.64
Fe - V	0.62
Al - Ti	0.60
Ca - SR	0.52

り興味深い。

以上の結果は、ヌカ、白米の分析が完了した時点で、さらに検討する予定である。

文 献

1. 高橋英一(1984) 施肥農業の基礎, 養賢堂
2. 保田和雄, 広川吉之助(1976) 高感度原子吸光・発光分析, 197-213. 講談社
3. 不破敬一郎, 原口紘炆(1980) ICP 発光分析 化学の領域, 増刊127号
4. BOWEN, H. J. M. (1966) Trace Elements in Biochemistry. Academic Press.