

(様式第4号)

## シンクロトロン光を利用したタマネギ等の元素組成比較による 有機農産物の特性解明※

Comparison about elementary composition of organic and common onions  
by synchrotron light

浦田貴子 石橋哲也 中山敏文 富永 慧

Takako Urata Tetsuya Ishibashi Toshihumi Nakayama Kei Tominaga

佐賀県上場営農センター

Saga Prefectural Upland Farming Research and Extension Center

※長期利用課題は、実施課題名の末尾に期を表す(Ⅰ)、(Ⅱ)、(Ⅲ)を追記すること。

### 1. 概要

タマネギを試料とし、蛍光X線分析により肥料、品種及び圃場の違いが球内元素組成へ及ぼす影響について検討した。また、新鮮試料を用いた分析方法についても検討した。その結果、照射エネルギー1-20keVの範囲で検出された蛍光X線では、肥料間、品種間及び圃場間で元素により蛍光X線の強度に有意差が認められた。今後、さらに栽培環境や栽培方法に関して条件別に検討が必要である。新鮮試料については鱗葉よりも保護葉で各元素の蛍光X線が高かった。

#### (English)

The elementary composition of the onion bulb was analyzed by the synchrotron radiation X-ray fluorescence spectrometry. A significant difference was admitted with the element between the fields, between the cultivars, in fluorescent X-rays detected within the range of irradiation energy 1-20keV. It will be necessary to examine it according to conditions of the postplanting environment and the cultivation method. Moreover, the onion skin of the fluorescent X-ray intensity of each element was higher than that peeled onion as a result of examining methods of analysis of a fresh sample.

### 2. 背景と研究目的：

有機栽培に関する研究は進んでいるものの有機農産物を客観的に評価できる手法が確立していない。そのため、化学的な前処理が不要でサンプル量が極少量でも分析可能なシンクロトロン光を利用した蛍光X線分析により、有機農産物の元素組成や慣行農産物との違いを解析し、その特性を明らかにするとともに、土壌の違いによる植物体の元素組成に基づく産地判別の指標元素についても検討する。

本研究では上場地域のタマネギを供試し、JAS有機に準じた栽培と慣行栽培で、栽培土壌、肥料の違いによる球内の元素組成への影響を明らかにする。また、現地の有機栽培と慣行栽培についても分析し、圃場の違いによる影響についても明らかにする。さらに品種の違いや土壌などの測定方法について検討する。

### 3. 実験内容（試料，実験方法の説明）

本研究では，BL15 での蛍光 X 線分析法により，錠剤化したタマネギを試料とし，栽培時の肥料及び品種，圃場の違いによる球内元素組成への影響について検討した。

また，新鮮試料を用いた分析方法についても検討した。

#### 1. 試料調整

各試験区におけるタマネギを真空凍結乾燥，粉碎後，錠剤成型し供試した（図 1）。

新鮮タマネギの分析については，保護葉の有無及び保護葉のみで調整した（図 2, 3）。

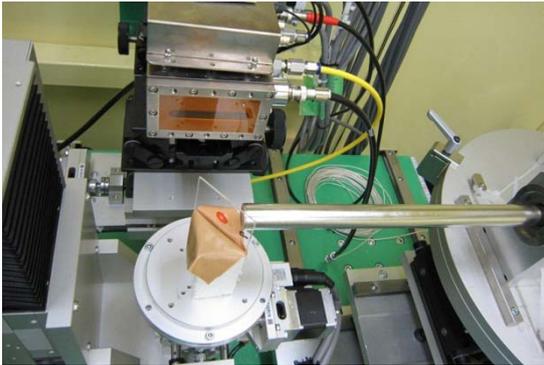


図1 錠剤および保護葉のみ分析での配置

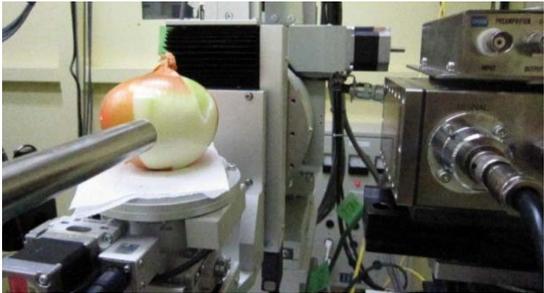


図2 新鮮タマネギ（保護葉有無）分析での配置



図3 保護葉のみの分析での試料調整

#### 2. 測定方法

錠剤をアクリル板にはめ込み，入射口  $2 \times 5\text{mm}$ ，試料-検出器間距離  $15\text{mm}$ ，照射エネルギー  $20\text{keV}$ ， $15$  分間測定をした。

新鮮試料‘保護葉有’については外保護葉面から照射し，‘保護葉無’については，外保護葉を除去し照射した。また，保護葉のみをアクリル板で挟んで固定し，照射した。

### 4. 実験結果と考察

#### 1. 肥料の違いによる球内の元素組成への影響について

各肥料区で栽培したタマネギの錠剤サンプルにおいて， $1\text{-}20\text{keV}$  の範囲で検出された蛍光 X 線では，Ni を除く 11 元素で肥料区間に有意差が認められた（表 1）

表1 肥料の違いによるタマネギ球内無機元素組成への影響(強度の積算値)

肥料	サンプル数	無機元素							
		S	Cl	K	Ca				
マンモス有機	n=3	491 ± 77	a	319 ± 31	ab	20801 ± 1785	a	5377 ± 367	a
鶏糞	n=3	466 ± 49	ab	342 ± 49	ab	27137 ± 3286	b	6672 ± 383	b
油粕	n=3	387 ± 109	ab	395 ± 87	b	18796 ± 1163	a	5119 ± 721	a
ナチュラルぼかし	n=3	298 ± 114	b	247 ± 22	a	20065 ± 1642	a	5773 ± 875	ab
無施肥	n=3	412 ± 114	ab	606 ± 122	c	32395 ± 2099	c	7940 ± 744	c
マルチエース	n=1	504	ab	440	bc	41292	d	8369	c

肥料	サンプル数	無機元素						
		Mn	Fe	Ni	Cu			
マンモス有機	n=3	783 ± 251	a	1983 ± 182	a	420 ± 327	930 ± 224	a
鶏糞	n=3	622 ± 54	ab	1882 ± 442	a	320 ± 104	1339 ± 68	ce
油粕	n=3	643 ± 56	ab	1891 ± 237	a	266 ± 42	1135 ± 35	ac
ナチュラルぼかし	n=3	496 ± 94	b	1653 ± 312	a	190 ± 154	1158 ± 233	ac
無施肥	n=3	686 ± 205	ab	2782 ± 139	b	329 ± 136	1504 ± 119	e
マルチエース	n=1	1979	c	3591	c	276	2031	f

肥料	サンプル数	無機元素							
		Zn	Br	Rb	St				
マンモス有機	n=3	5460 ± 1040	ab	1816 ± 385	a	4076 ± 170	ab	3726 ± 320	a
鶏糞	n=3	5866 ± 719	ab	2814 ± 437	b	4458 ± 275	b	4870 ± 529	de
油粕	n=3	5322 ± 582	ab	1836 ± 210	a	3971 ± 255	a	4393 ± 746	ae
ナチュラルぼかし	n=3	4802 ± 65	b	2402 ± 121	bc	4007 ± 237	a	4046 ± 83	a
無施肥	n=3	6570 ± 671	a	4466 ± 226	d	4973 ± 192	c	5235 ± 123	bd
マルチエース	n=1	12107	c	1641	ac	5082	c	4761	abe

注1) 値は平均値±標準偏差

注2) LSD法により異なるアルファベット間に5%水準で有意差があることを示す。

2. 品種の違いについて

品種‘もみじ’, ‘ターザン’のタマネギの錠剤サンプルにおいて, 1-20keVの範囲で検出された蛍光X線では, Mn及びFe, Zn, Br, Stで品種間に蛍光X線強度の有意差が認められた(図4)

また, 品種‘ターザン’, ‘アンサー’間ではCa, Cu, Zn, Brで有意差が認められた(図5).

品種‘レクスター’, ‘七宝早生’, ‘ターザン’, ‘もみじ3号’ではAl, Ni, Cu, Znを除く10元素において, 品種間に蛍光X線強度の有意差が認められた(図6)

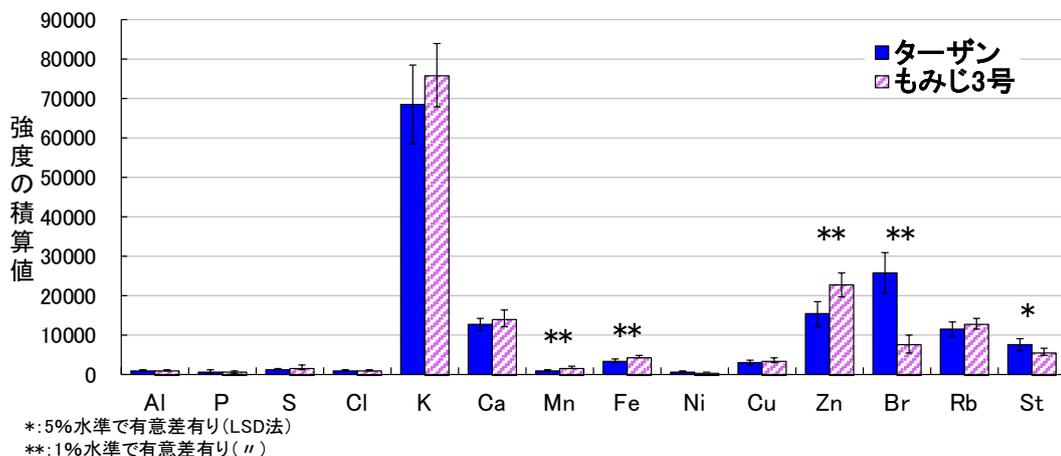
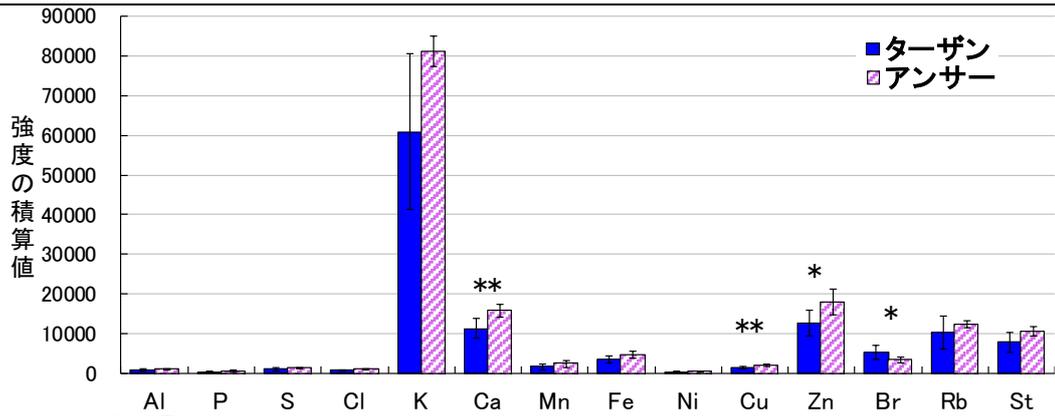
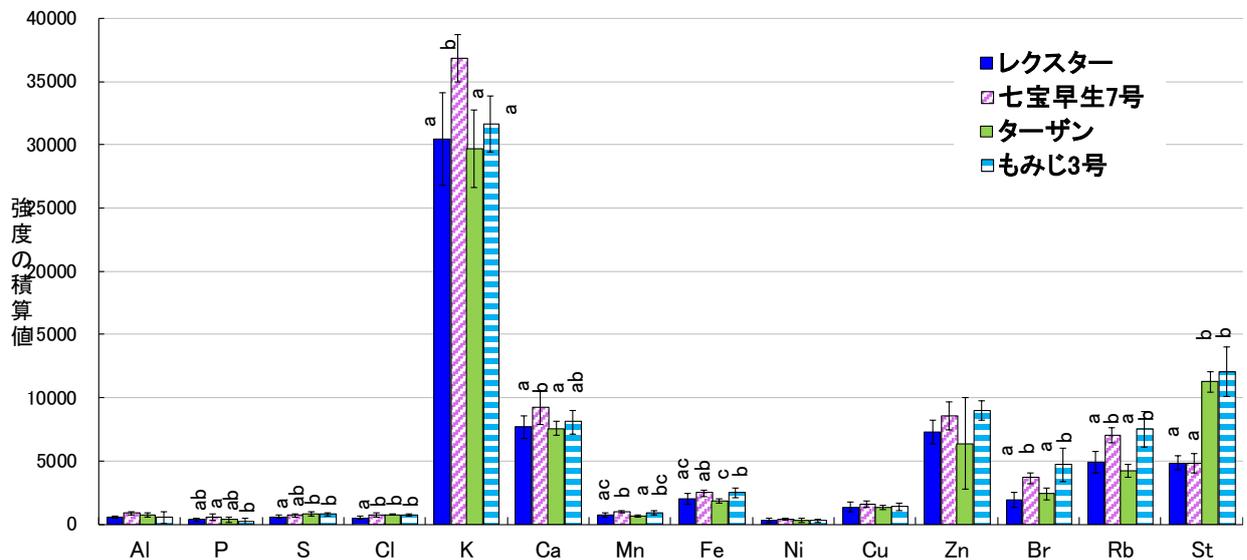


図4 品種の違いと元素量(農家D)



\*: 5%水準で有意差有り(LSD法)  
 \*\*: 1%水準で有意差有り(//)

図5 品種の違いと元素量(農家A)

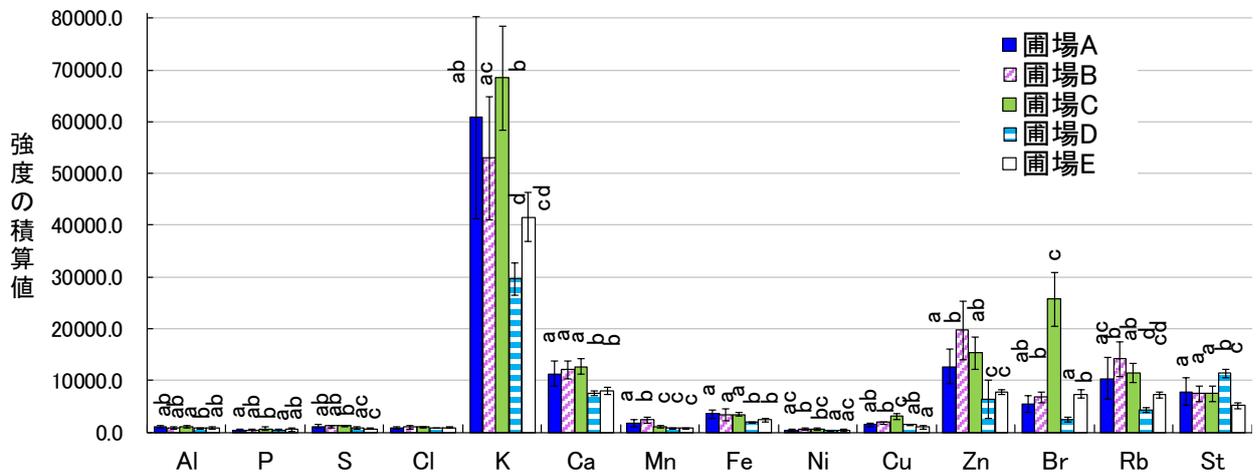


注)異なるアルファベット間に5%水準で有意差が

図6 品種の違いと元素量(農家B)

### 3. 土壌(圃場)の違いについて

異なる5圃場において、1-20keVの範囲で検出された蛍光X線ではClを除く13元素で圃場、元素により検出強度の差が認められた(図7)。しかし、これらの差が圃場に由来するものか肥料に由来するものか判然としないため、今後検討が必要である。



注)異なるアルファベット間に5%水準で有意

図7 圃場の違いと元素量

#### 4. タマネギ分析方法について

新鮮試料の分析, 1-14keV の範囲で検出された蛍光 X 線では保護葉のみ及び保護葉有新鮮試料で, 各元素の強度が高い傾向にあった (図 9) . これは保護葉の水分が他の部位よりも少ないためと考えられる。今後、保護葉を利用したより簡便な非破壊分析への利用について今後の検討が必要である。

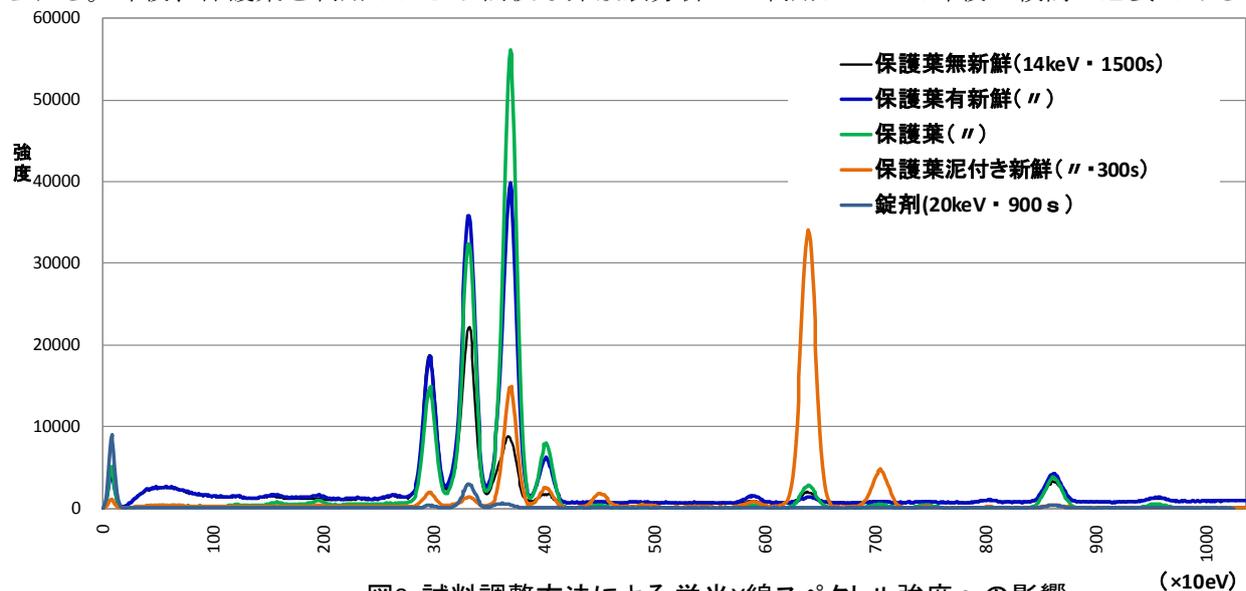


図9 試料調整方法による 蛍光X線スペクトル強度への影響

#### 5. 今後の課題 :

- 1) 蛍光 X 線分析と ICP による分析との比較.
- 2) 有機栽培と慣行栽培土壌のタマネギ球内及び栽培土壌の元素組成の検討.

#### 6. 論文発表状況・特許状況

特になし

#### 7. 参考文献

特になし

#### 8. キーワード (試料及び実験方法を特定する用語を 2~3)

・ 蛍光 X 線

物質を X 線で照射したときに原子の内殻軌道の電子を励起放出し, この空準位に高い準位の電子が移るときに放射される特性 X 線のこと.

・ タマネギ

ユリ科の多年草. 地下部の肥大した鱗茎を食用とする.

・ 有機栽培

化学農薬と化学肥料を使用せずに 3 年以上経過して栽培されているものであり, 農林水産省の登録認定機関の認定を受ければ有機 JAS マークを添付して販売できる.