

(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

石橋哲也 楢崎耕輔 富永 慧

Tetsuya Ishibashi Kousuke Narazaki Kei Tominaga

佐賀県上場営農センター

Saga Prefectural Upland Farming Research and Extension Center

1. 概要

‘貴錦(極早生)’および‘ターザン(中晩生)’はK, Cu, Zn等の元素について、慣行栽培に比べて有機栽培タマネギ球の蛍光X線強度が大きかった。しかし、‘レクスター(早生)’はK, Mn, Zn等の元素について、有機栽培よりも慣行栽培の蛍光X線強度が大きかった。また、その傾向はICP-AES分析の結果でも同様であった。

(English)

The fluorescent X ray intensity of particular elements(K,Cu,Zn etc.) in the organic onion bulb of ‘Takanishiki’(very early maturing cultivar) and ‘Ta-zan’(medium late maturing cultivar) were higher than that in the conventional grown onion bulb. However, the fluorescent X ray intensity of particular elements(K,Mn,Zn etc.) in the conventional grown onion bulb of ‘Rekusuta-’ (early maturing cultivar) was higher than that in the organic onion bulb. Moreover, that tendency was also admitted in the result of ICP-AES analysis.

2. 背景と研究目的：

県では有機栽培などの環境保全型農業を推進している。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。

3. 実験内容 (試料, 実験方法の説明)

本研究では、錠剤化したタマネギを試料とし、栽培方法や品種の違いによる球内元素組成への影響について蛍光X線分析法を用いて検討した。さらに、保護葉を用いた測定方法、並びに栽培圃場の土壌の測定方法についても検討した。

(1) タマネギの錠剤および保護葉の測定

1) 試料調整

タマネギ球を真空凍結乾燥後に粉碎し、0.2gを錠剤成型器を用いて、200kg/cm²の圧密を1分間かけ、直径10mm、厚さ2mmの錠剤を作成し、分析に供した(図1)。

また、保護葉に直接照射しての測定も行った(図2)。

注1) 保護葉はタマネギ球の外側の茶褐色の部分のことであり、白色透明の部分は鱗葉と呼称されている。

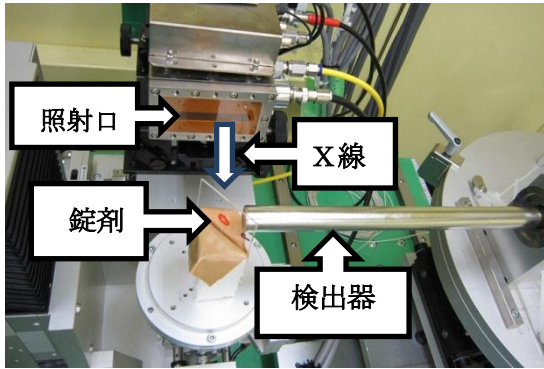


図1 錠剤の測定状況

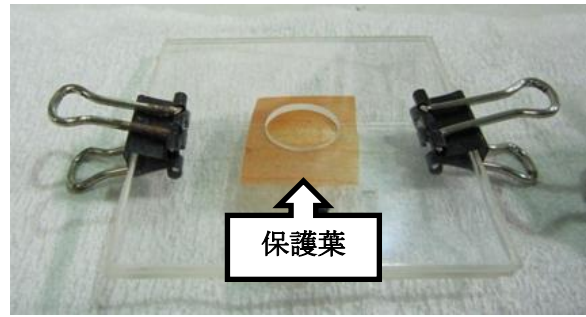


図2 保護葉分析時の試料

2)測定条件

錠剤を中央部に穴を開けたアクリル板にはめ込み、X線入射口を2×3mm、試料と検出器間の距離を15mm、照射エネルギーを20keVとし15分間照射して測定した。

保護葉のみの測定は穴を開けた2枚のアクリル板で挟んで照射した。測定条件は、X線入射口を2×3mm、試料と検出器間の距離を15mm、照射エネルギーを14keVとし、5分間照射して測定した。

(2)栽培圃場の土壌の測定

1)試料調整

風乾後の土壌を乳鉢で摩砕後、目合い0.106mm、0.25mm、0.5mm、1.0mmでふるい、その0.4gまたは0.6gを錠剤成型器により200kg/cm²の圧密を1分間かけて直径10mm、厚さ2mmの錠剤を作成した。

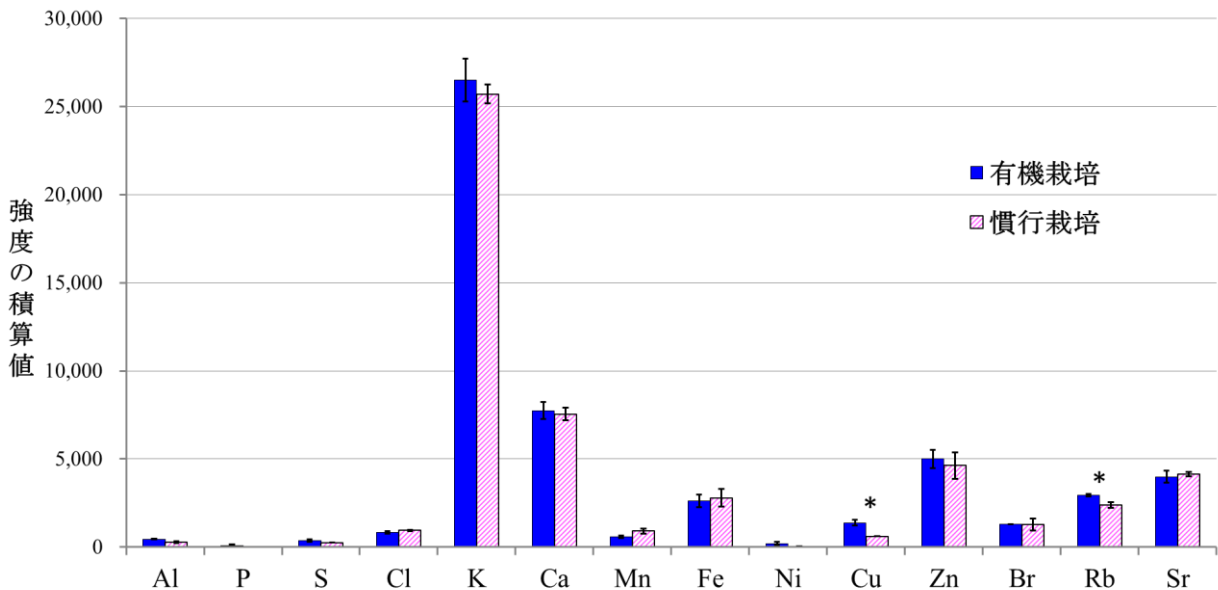
2)測定条件

錠剤を中央部に穴を開けたアクリル板にはめ込み、X線入射口を2×3mm、試料と検出器間の距離15mm、照射エネルギーを20keVとし、10分間照射して測定した。

4. 実験結果と考察

(1)栽培方法(有機栽培と慣行)と品種による各元素の蛍光X線強度の違い

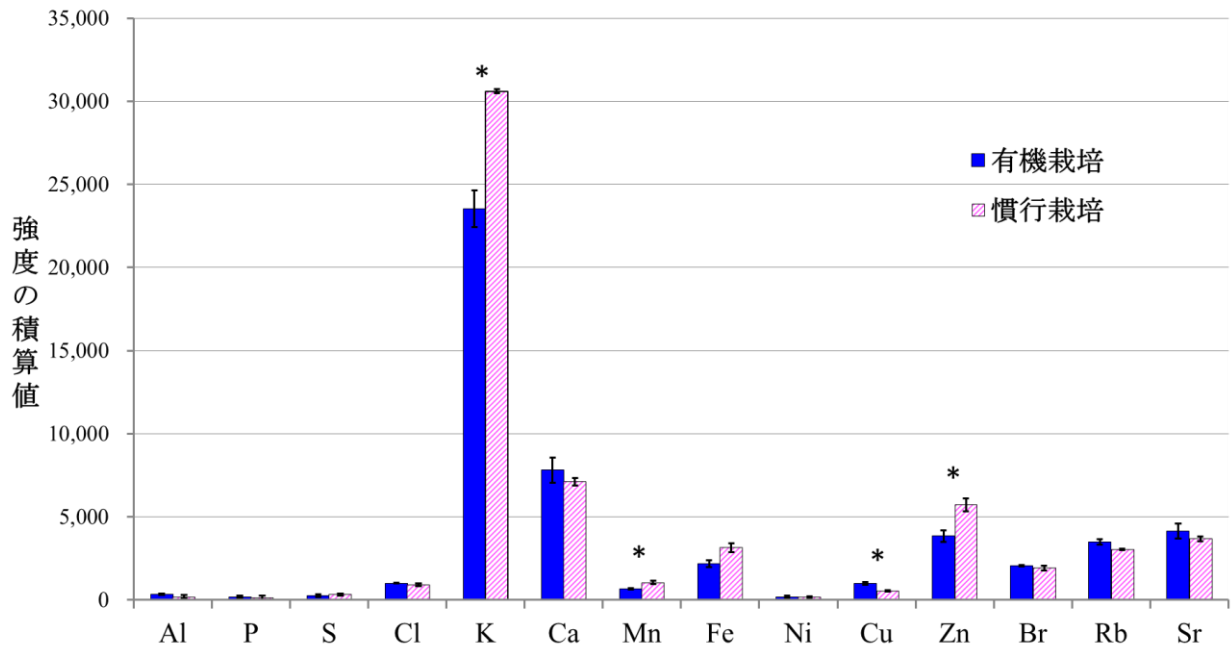
‘貴錦(極早生)’はCu、Rb等10元素について、慣行栽培に比べて有機栽培タマネギ球の蛍光X線強度が大きかった(図3)。また、‘ターザン(中晩生)’もK、Cu、Zn等10元素について、有機栽培の蛍光X線強度が大きかった(図4)。しかし、‘レクスター(早生)’はK、Mn、Zn等6元素について、有機栽培よりも慣行栽培の蛍光X線強度が大きかった(図5)。



注1) n=3, エラーバーは標準誤差

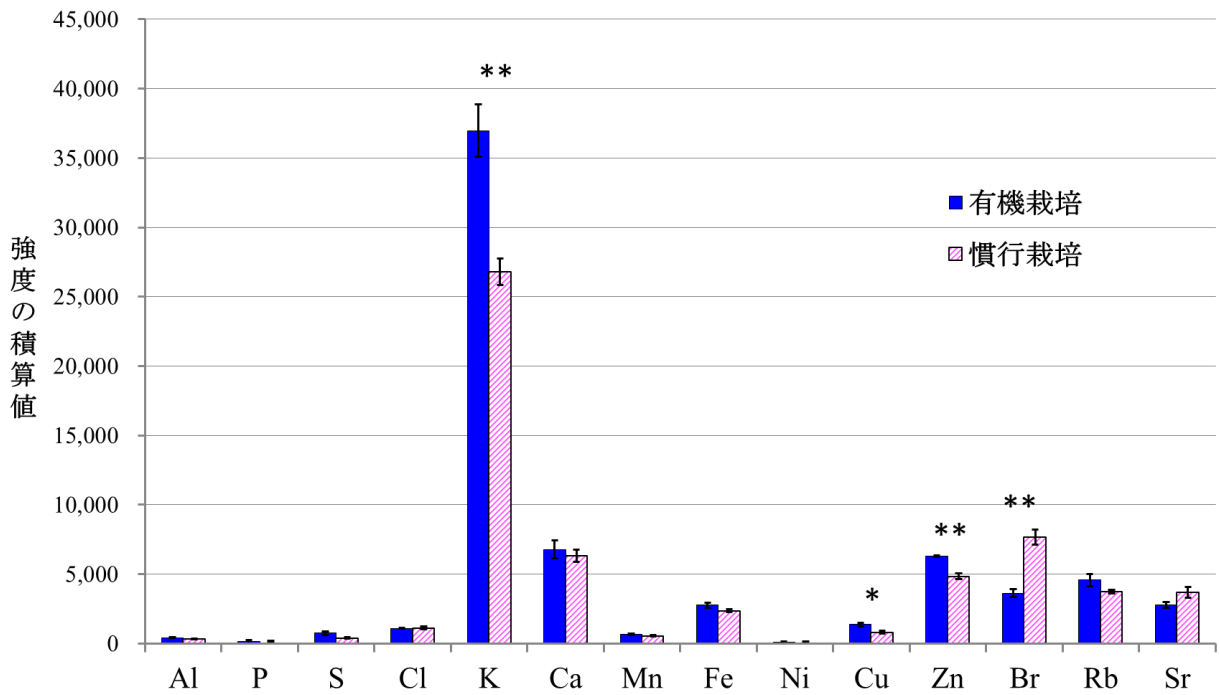
注2) * : 5%水準で有意差有り(LSD法)

図3 栽培方法の違いと元素量 (品種: 貴錦)



注1) n=3,エラーバーは標準誤差
 注2) * : 5%水準で有意差有り(LSD法)

図4 栽培方法の違いと元素量 (品種:レクスター)



注1) n=3,エラーバーは標準誤差
 注2) * : 5%, ** : 1%水準で有意差有り(LSD法)

図5 栽培方法の違いと元素量 (品種:ターザン)

(2) ICP-AES 分析による元素分析

図4, 図5において蛍光 X 線分析を行ったタマネギサンプルについて ICP-AES 分析を行い各元素の含有量を測定した。その結果, ICP-AES 分析の結果は蛍光 X 線分析の結果(蛍光 X 線強度の積算値)と似た傾向を示した(図6, 図7)。

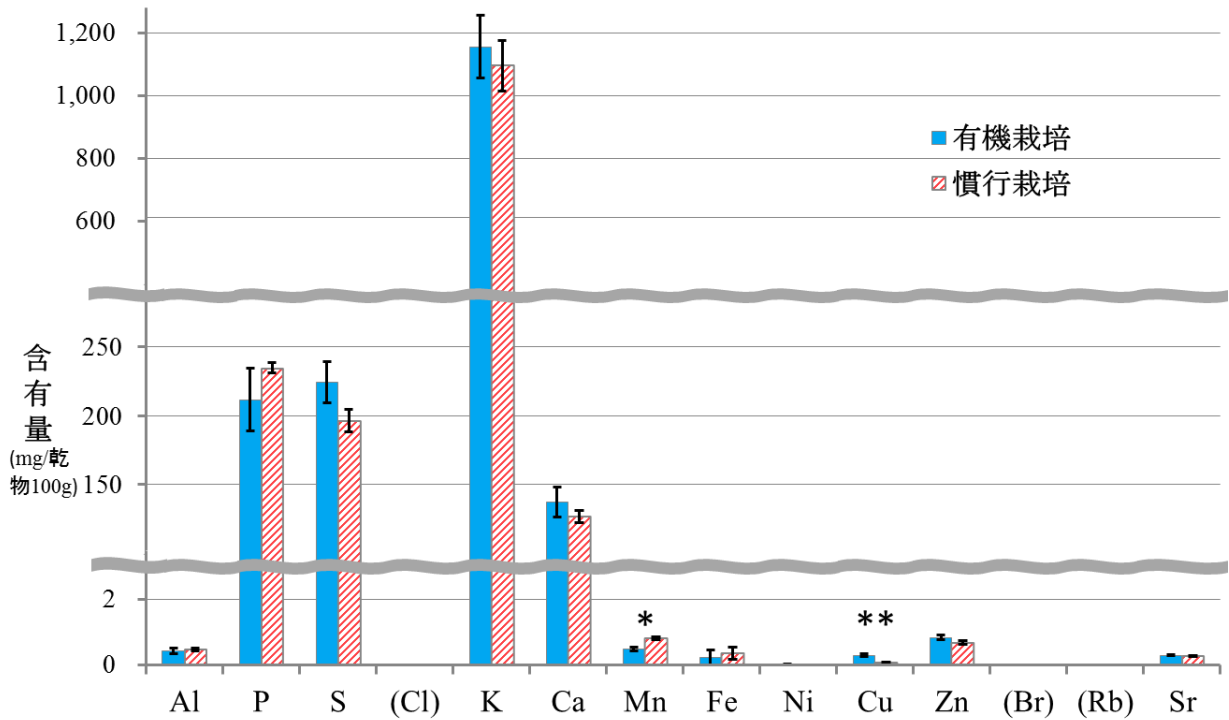


図6 ICP-AES分析結果 (品種:貴錦)

注1) n=3,エラーバーは標準誤差
 注2) * : 5%, ** : 1%水準で有意差有り(LSD法)
 注3) Cl, Br, Rbは測定できなかった

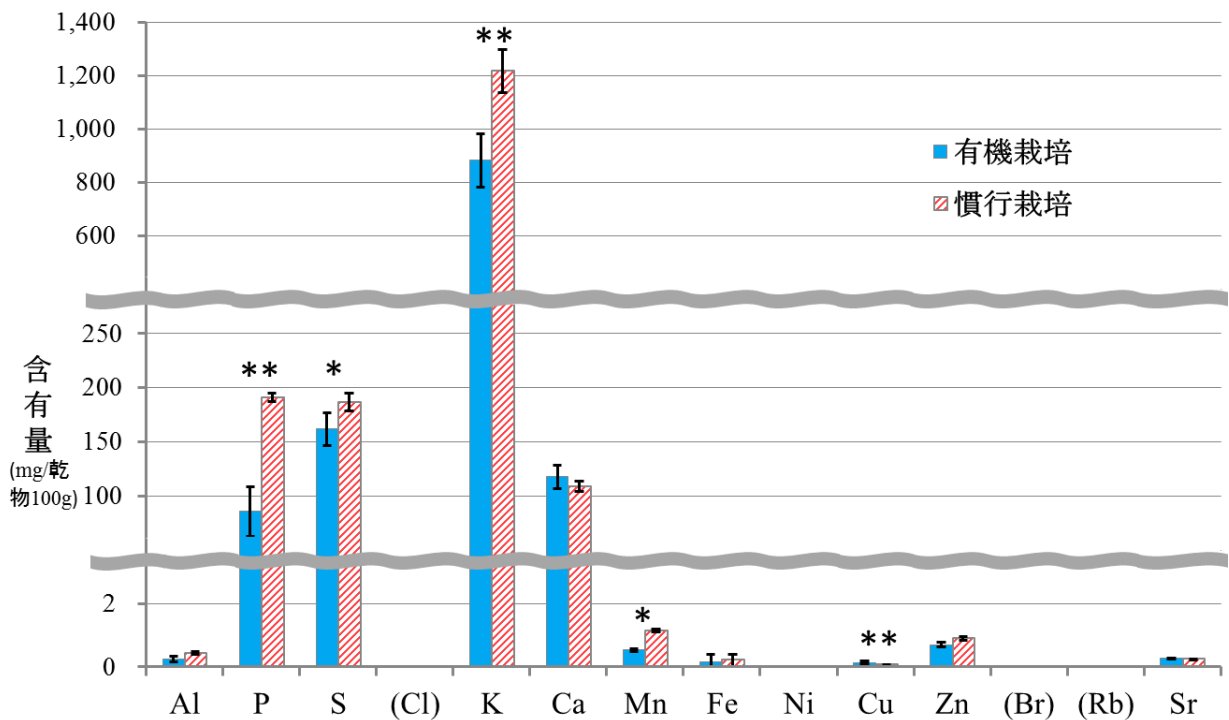


図7 ICP-AES分析結果 (品種:レクスター)

注1) n=3,エラーバーは標準誤差
 注2) * : 5%, ** : 1%水準で有意差有り(LSD法)
 注3) Cl, Br, Rbは測定できなかった
 (3) 現地栽培タマネギ球の蛍光 X 線強度

現地農家で有機および慣行栽培されたタマネギ球（中晩生品種）を蛍光 X 線分析に供した。その結果、有意差は認められなかったが、多くの元素で有機栽培タマネギ球の方が慣行栽培タマネギ球より蛍光 X 線強度が大きい傾向がみられた（図 8）。

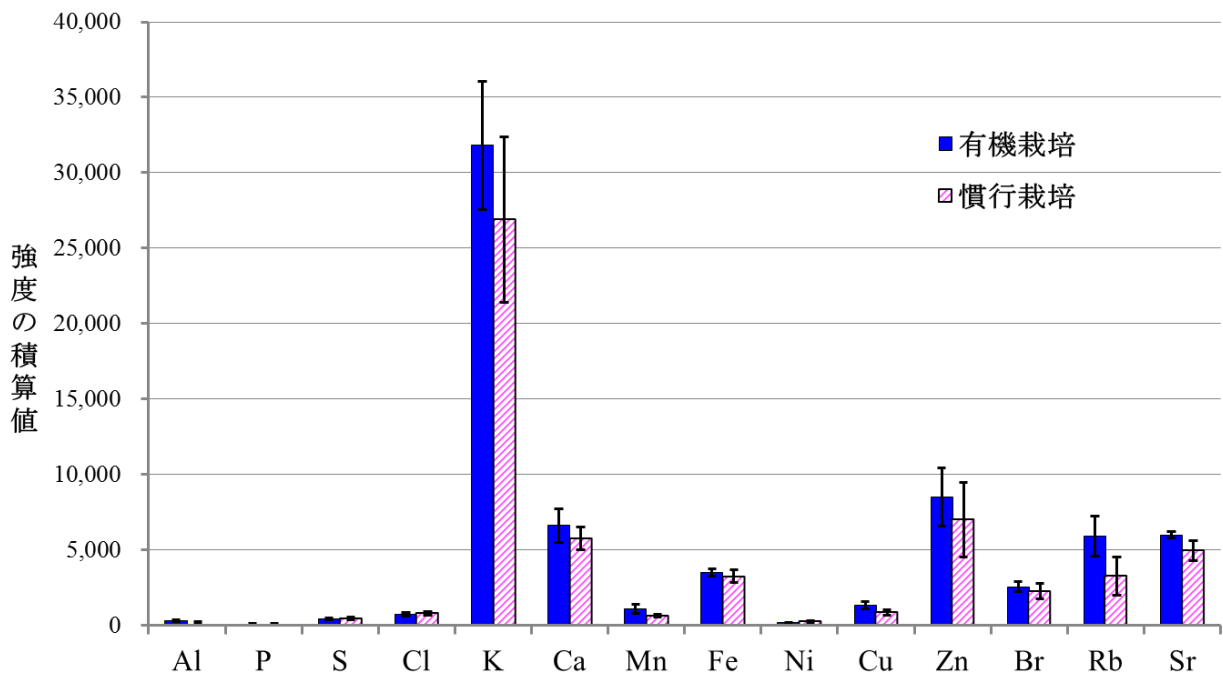


図8 現地栽培タマネギ球の元素量(中晩生品種)

注1) n=5,エラーバーは標準誤差

(4) 栽培方法（マルチ被覆および灌水の有無）による各元素の蛍光 X 線強度の違い

マルチ被覆で栽培したタマネギ（品種：ターザン）の場合、生育後半（4～5月）に週1回程度灌水を行ったタマネギの方が Ca, Cu, Sr の蛍光 X 線強度が有意に大きかった（図 9）。また、無灌水での栽培の場合、マルチ被覆で栽培したタマネギの方が Fe の蛍光 X 線強度が有意に大きく、逆に露地栽培の方が Br の蛍光 X 線強度が有意に大きかった。

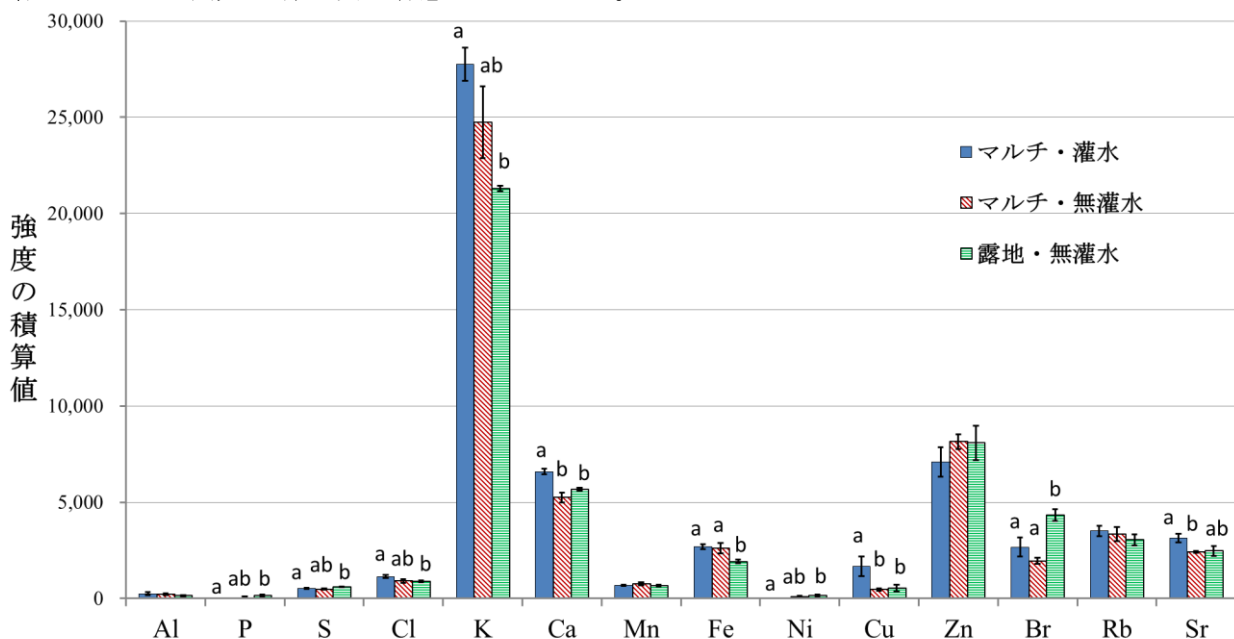


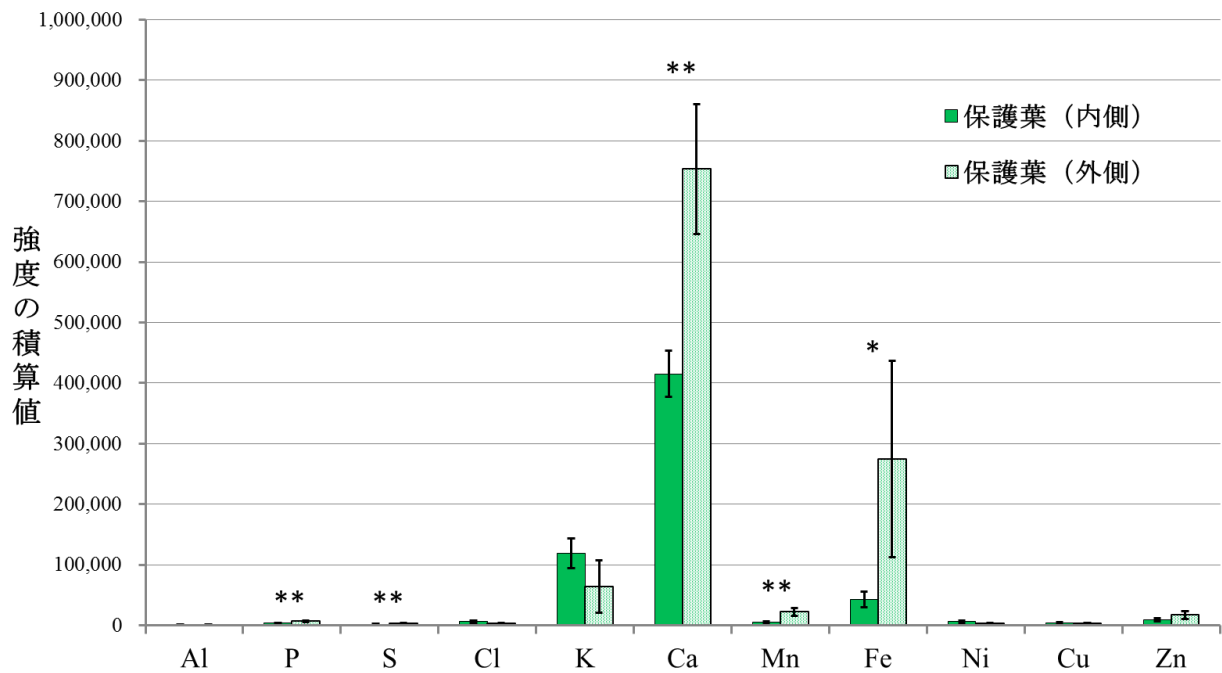
図9 マルチ被覆および灌水の有無による元素量

注1) n=3,エラーバーは標準誤差

注2) 異なるアルファベット間に5%水準で有意差有り

(5) 保護葉における各元素の蛍光 X 線強度

タマネギの保護葉を外側と内側に分けて測定した場合、内側より外側の保護葉の方が P, S, Ca, Mn, Fe の蛍光 X 線強度が有意に大きかった (図 10)。



注1) n=10, エラーバーは標準誤差

注2) * : 5%, ** : 1%水準で有意差有り (LSD法)

図10 保護葉における元素量

(6) 土壌の測定方法について

錠剤成型時の圧力 200kg (1 分間) の場合の土壌の重量は、0.6g よりも 0.4g の錠剤のほうが蛍光 X 線強度のばらつきが小さかった (表 1)。

また、サンプル重量 0.4g の場合、目合い 0.106mm, 0.25mm, 0.5mm, 1.0mm でふるったサンプルの各元素の蛍光 X 線強度のばらつきは、0.106mm および 0.25mm でふるったサンプルのばらつきが小さかった。

表 1 土壌試料の調整方法と各元素の蛍光 X 線強度のばらつき (変動係数(%))

サンプル重量	ふるいの目合	サンプル数	Al	K	Ca	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr
0.4g	0.106mm	n=3	87	63	17	10	7	96	26	9	15	15	7
0.4g	0.25mm	n=3	107	74	32	6	4	93	12	7	20	35	4
0.4g	0.5mm	n=3	173	32	20	18	14	91	7	10	31	16	5
0.4g	1.0mm	n=3	52	92	39	19	9	173	25	8	18	43	11
0.6g	0.106mm	n=3	98	99	29	8	8	119	30	12	15	15	10
0.6g	0.5mm	n=3	80	29	38	25	16	173	31	16	34	27	8

(7) 栽培方法(有機栽培と慣行)による土壌の各元素の蛍光 X 線強度

タマネギの有機および慣行栽培圃場(畑地)の土壌をサンプル重量0.4g,ふるいの目合いを0.25mmとし錠剤を成形し蛍光X線分析に供した。その結果,SおよびNiを除く13元素について有機栽培土壌の方が慣行栽培土壌より蛍光X線強度が大きかった(図11)。

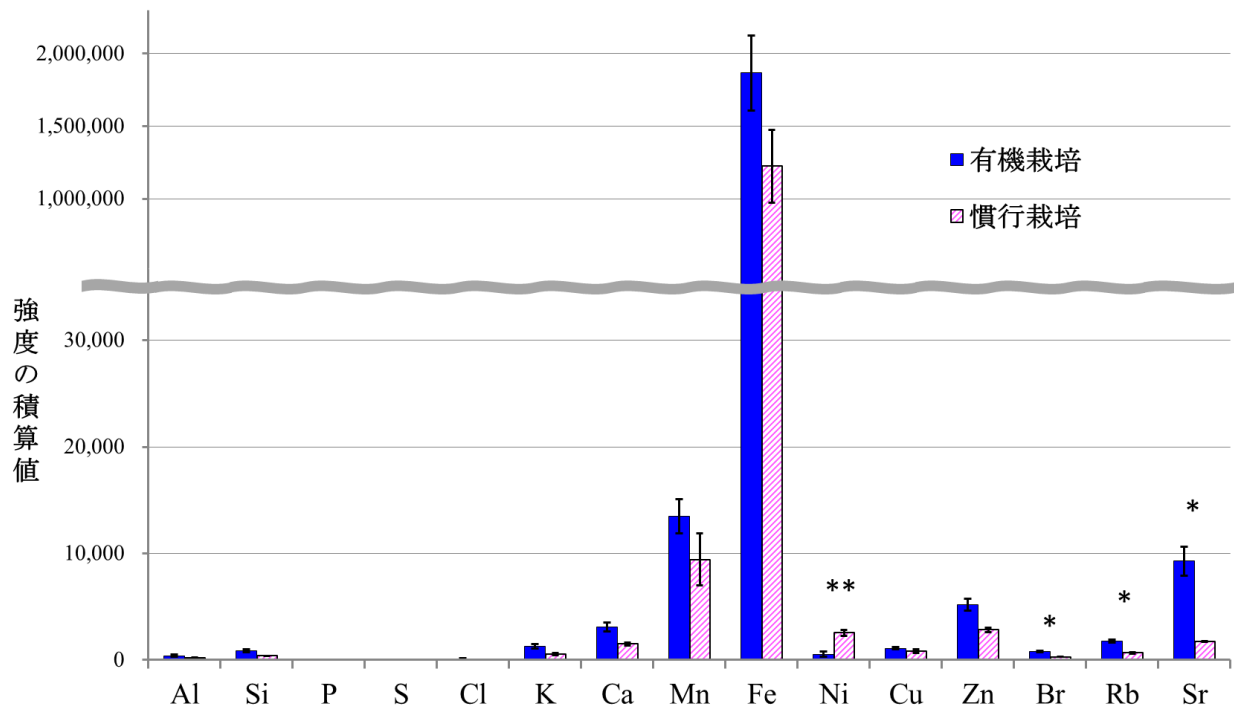


図11 有機および慣行栽培の土壌の元素量(畑地)

注1) 有機: n=9, 慣行: n=2, エラーバーは標準誤差

注2) *: 5%, **: 1%水準で有意差有り(LSD法)

5. 今後の課題:

タマネギ球内の各元素の蛍光X線強度は有機および慣行栽培によって異なっており,さらに,その傾向は栽培品種により異なっていた。しかし,その要因が品種特性のみであるかは不明確であるためさらなる検討が必要である。

また,栽培圃場の土壌についても有機栽培と慣行栽培で各元素の蛍光X線強度は異なっていた。しかし,その要因については不明確であるため,環境条件等についてのさらなる検討が必要である。

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。