

サトイモ、ダイコンおよびジャガイモの カドミウム吸収の特性

高橋 秀子, 青山 裕二, 菅原 玲子*,
北島 信行*, 河合成 直**

(修紅短期大学, * (株)フジタ, ** 岩手大学農学部)

原稿受付平成 21 年 2 月 26 日; 原稿受理平成 21 年 6 月 6 日

Characteristics of Cadmium Uptake by Taro (*Colocasia esculenta* L. Schott),
Japanese Radish (*Raphanus sativus* L.) and Potato (*Solanum tuberosum* L.)

Hideko TAKAHASHI, Yuji AOYAMA, Reiko SUGAWARA,* Nobuyuki KITAJIMA*
and Shigenao KAWAI**

Shuko Junior College, Ichinoseki, Iwate 021-0902

* Fujita Corporation, Atsugi, Kanagawa 243-0125

** Faculty of Agriculture, Iwate University, Morioka, Iwate 020-8550

A cultivation experiment was conducted in a high-cadmium-contaminated field to evaluate the cadmium uptake by taro (*Colocasia esculenta* Schott cv. Dodare), Japanese radish (*Raphanus sativus* L. cv. Harunomegumi) and potato (*Solanum tuberosum* L. cv. Dansyaku). The cadmium concentration of the whole plants was in the order of taro>potato>Japanese radish. In addition, the cadmium concentration in the edible parts (daughter corm of taro, Japanese radish root and peeled potato) of each plant was the lower than that in the other parts. The shoots of Japanese radish and potato accumulated much more cadmium than the roots during cultivation. It is concluded that the edible part of the Japanese radish root is a safer food material with lower cadmium content than the other root crops.

(Received February 26, 2009; Accepted in revised form June 6, 2009)

Keywords: edible part 可食部, cadmium カドミウム, Japanese radish ダイコン, potato ジャガイモ, taro サトイモ.

1. はじめに

近年は、食品への有害物質の混入を阻止し消費者の安全を守ることが重要な課題になっている。カドミウムは、ヒトのイタイタイ病の発症原因であると示されるように、その生物に対する有害性は高い(萩野と吉岡 1961)。イタイタイ病は 1968 年に公害病に認定されている。環境中に放出されたカドミウムが農作物に吸収され、それを摂取することで人体にカドミウムが蓄積され健康障害が引き起こされた。ヒトに蓄積されたカドミウムの多くは汚染された米の経口摂取によるため、米の汚染対策が実施されている。1971 年に「農用地土壌汚染防止法」が施行された。この法律に基づき、玄米のカドミウム濃度が 1 mg/kg 以上となる米を生産する農用地を汚染地域と指定し、排土・

客土等の対策事業が実施されてきている(環境省・大気環境局 2008)。さらに、流通させることのできる玄米のカドミウム濃度(0.4 mg/kg 未満)が制定され、それ以上の濃度の玄米は非食用に処理されている。コーデックス食品規格委員会(Codex Alimentarius Commission 2006)の米のカドミウム最大許容量は、国内の基準値とほぼ同等に決定されたこと(精米 0.4 mg/kg)から、米に関するカドミウム汚染対策は今後もこの水準で進められると予想する。また、米以外の農産物のカドミウム濃度の基準としては、コーデックス食品規格委員会(Codex Alimentarius Commission 2005)で最大許容量が、小麦と葉菜 0.2 mg/kg、根菜と茎菜 0.1 mg/kg、一部を除くその他の野菜が 0.05 mg/kg と採択された。農林水産省(2002)は、農産

物に含まれるカドミウムの実態調査結果を報告したが、コーデックス食品規格委員会採択の最大許容量を超過している農産物があった（ニンニク 29.5%，オクラ 22.4%，サトイモ 9.9%，ナス 7.3%等）。国内では、米以外の穀物と野菜に関しカドミウム汚染の危険性が指摘されていた（農林水産技術会議 1976）が、濃度基準は設定されていない。しかし、今後の国内の農産物のカドミウム濃度はコーデックス食品規格委員会採択の最大許容量を下回ることが必然的に要求される。

また、より安全な食品の摂取という消費者の観点から、可能な限りの低カドミウム濃度の農産物が望まれるため、安全な農産物の生産技術開発は重要課題である。

菊地等 (2006) は、異なるカドミウム濃度の圃場 4 か所で家庭菜園的に栽培された野菜の可食部のカドミウム濃度を調査した結果、同じ圃場で栽培された場合でも野菜の品目によりカドミウム濃度に大きな差が認められ、また、カドミウム濃度の高い圃場でもコーデックスの最大許容量を超過しなかった野菜があることを報告した。これは、野菜のカドミウム吸収は栽培品目、栽培土壌および栽培法により異なることを示し、野菜の低減化対策は個別の検討が必須であることを示している。ダイズ (Arao *et al.* 2003)、ナス (Arao *et al.* 2008) 等に関する報告があり、消費量の多い作物と高カドミウム濃度が報告された野菜等の対策研究 (竹田等 2008) が進展している。

本研究は、今までカドミウム吸収に関する報告例の少なかった根菜類をカドミウム高濃度土壌で栽培し、植物のカドミウム吸収を比較検討したものである。根菜類としてカドミウム高吸収が指摘されているサトイモ (Kashem *et al.* 2008; 竹田等 2008) と、カドミウム吸収は少ないとされるダイコン (Kashem *et al.* 2008) とジャガイモ (Dunbar *et al.* 2003) を対象とし、収穫期の各部位のカドミウム量を比較した。また、ダイコンとジャガイモの生育中期から収穫期までの各部位のカドミウム量の推移について調査し、収穫時に低濃度に至る過程を明らかにした。

2. 材料および方法

(1) 栽培

栽培圃場としては、今まで利用されていなかった非農地 (宮城県栗原市) を耕起して使用し 2006 年に実施した。栽培圃場から約 10 km 離れた地点に鉾山 (現在は採掘中止) がある。その際の栽培圃場の土壌のカドミウム濃度は、定法 (この節の (3) に記述) に

よるフレイム原子吸光分光光度計分析の結果、乾土において 5.3 mg/kg であった。栽培は、新たなカドミウムの添加を行わずに実施した。

試験区はサトイモ区、ダイコン区およびジャガイモ区の 3 区を設定した。各区とも 0.9 m×5.0 m で、消石灰 (アルカリ度 68) を 1,200 kg/ha (820 kg-CaO/ha)、化成肥料 (N-P₂O₅-K₂O=14-14-14) を 710 kg/ha (肥料成分それぞれ 100 kg/ha) 全面施用した。施用後の土壌 pH (水 1:2.5) は 6.3 であった。

サトイモの栽培品種は「土垂」とした。種芋を、4 月 29 日に栽培土壌を詰めたポットに植え、ガラス温室で適宜灌水しながら芽が 1.2 葉期に生長するまで 4 週間栽培した。その後、圃場の畝 (黒マルチシート張り、幅 90 cm) に、間隔 40 cm 深さ 10 cm で植え付けた。圃場で 16 週間栽培した後収穫した (全栽培期間 20 週間)。

ダイコンの栽培品種は「春のめぐみ」とした。3 月 25 日に圃場の畝 (黒マルチシート張り、幅 90 cm) に、縦横とも 25 cm 間隔 2 列の植え穴を開け、7 粒播種した。十分な灌水後保温のためにビニールトンネルをかけ、3 週後に 3 本に間引きした。6 週後にビニールトンネルを撤去し 2 本に、8 または 9 週後に 1 本にそれぞれ間引きし、11 週後に最終的に収穫しそれぞれを試料とした。

ジャガイモ栽培品種は「男爵」とした。3 月 25 日に圃場の畝 (黒マルチシート張り、幅 90 cm) に、間隔 30 cm 深さ 10 cm で半分に切った種芋を植えた。6 週後に芽を 3 本に間引き、12 および 16 週後に収穫した。

(2) 試料の採取方法

採取試料数は、サトイモ、ダイコンおよびジャガイモいずれも 5 個体とした。

サトイモは洗浄後、葉身・茎柄・根・親芋皮・親芋内・子芋皮および子芋内部に分けた。孫芋は子芋の画分とした。皮部の採取は調理時の皮むきの方法に準じた。

ダイコンは、播種 6・8・9 および 11 週後に採取し試料とした。葉の部位を地上部、胚軸と主根の部位を地下部とした。それぞれ洗浄後、6・8 および 9 週後の試料は地上部と地下部に分け、11 週後の試料は地上部と地下部に分けると共に、さらに地下部について、皮部と内部にわけたものと皮付きのまま上部と下部にわけたものの 2 通りの分け方をした。皮部の採取は調理時の皮むきの方法に準じた。

ジャガイモは播種 12 および 16 週後に採取し試料とした。茎と葉は分離せず地上部とした。洗浄後、12 週後のものは地上部・地下部に分け、地下部は根部および芋部に分け試料とした。根部には、根の他に地中にある主茎と、主茎から芋を着生させるために伸びている茎（匍枝）を含めた。16 週後の試料は地上部・根部・芋皮部および芋内部に分けた。皮部の採取は調理時の皮むきの方法に準じた。

(3) カドミウムの測定

植物体試料は重量を測定後、70℃で 72 時間通風乾燥させた（これ以降、植物体の重量とは乾燥前の重量を示すものとする）。重量が 300 g 以下の場合には全量を、300 g より多い場合は縮分法（植物栄養実験法編集委員会 1990）で 300 g 程度分取し乾燥させた。秤量後、乳鉢およびミル（東芝、TFP-101P）で 3 mm 以下に粉碎した。粉碎試料の全量または約 1 g を分取したものに、60%硝酸 15 ml と 60%過塩素酸 3 ml を加えホットプレート上で加温して湿式分解し、定容後、カドミウム濃度をフレイム原子吸光分光光度計（日立、AA170-30）で測定した。カドミウム濃度は乾燥前の試料について示した。また、カドミウム濃度と重量を乗じて 1 個体あたりのカドミウム含有量を求めた。

土壌は、耕起後に 5 カ所から採取し分析試料とした。栽培土壌は室内で自然に乾燥させ風乾土壌とした。風乾土壌は、さらに 105℃で 24 時間乾燥させて乾土重量を求めた。土壌のカドミウム濃度の測定（土壌環境分析法編集委員会 1997）は、風乾土壌 2 g に 0.1 mol/l 塩酸 10 ml を添加し、1 時間振とう（100 回/分）後、ろ過（ろ紙 No.5 B）し、ろ液のカドミウム濃度をフレイム原子吸光分光光度計で定量した。

測定計算後の値の有意差検定は統計ソフト SAS/STAT ver. 9.1（SAS Institute 2004）を用い、ライアン-エインノット-ガブリエル-ウェルシの多重比較検定により実施した。

3. 結果および考察

(1) サトイモ、ダイコンおよびジャガイモの生育

供試植物はいずれも異常な兆候は示さず順調な生育をした。ジャガイモの最終採取時は芋部の肥大完成に伴う地上部の黄変開始初期であった（野田 1959）。最終採取時のサトイモの子芋、ダイコンの地下部およびジャガイモの芋の 1 個体あたりの重量はそれぞれ平均 1.1 kg、0.64 kg および 1.4 kg であった（図 1）。いずれの区も地上部より地下部の重量が多かった。

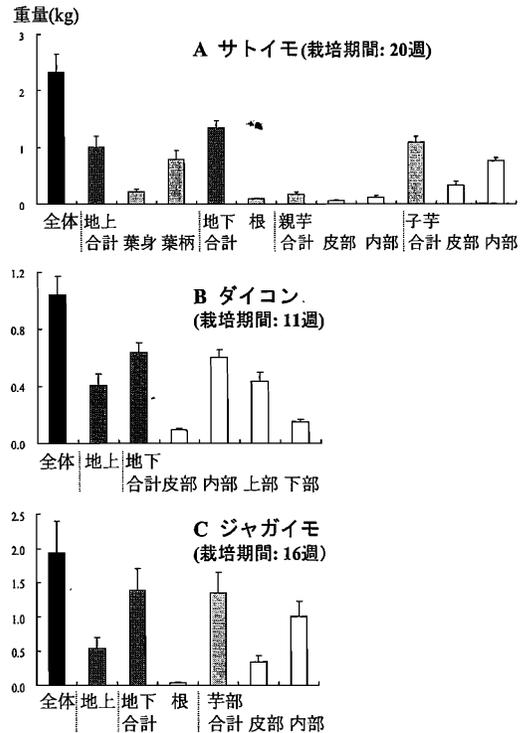


図 1. サトイモ、ダイコンおよびジャガイモの各部位の重量

垂線：標準偏差。試料数：各根菜とも 5 検体。皮部：通常の調理時の皮むきに準じて採取した。ダイコン地下部：皮部と内部および皮付きのままの上部と下部の重量を示す。

(2) サトイモ、ダイコンおよびジャガイモの各部位のカドミウム濃度

サトイモ（図 2 A）のカドミウム濃度は、全体で 3.5 mg/kg を示し、地上部（4.2 mg/kg）が地下部全体（3.0 mg/kg）より高く、葉身と葉柄の濃度間に有意差はなかった。地下部位の中では、根（21 mg/kg）、親芋（4.8 mg/kg）そして子芋（1.2 mg/kg）の順に減少し、親芋皮は内部より有意に高かった。主要な可食部である子芋内部は 1.3 mg/kg、親芋内部は 3.4 mg/kg であった。サトイモの部位別のカドミウム濃度は、根 > 親芋皮 > 葉身 > 葉柄 > 親芋内部 > 子芋内部 > 子芋皮となり、各部位の合計を比較すると根 > 親芋 > 地上部 > 子芋の順であった。

ダイコン（図 2 B）のカドミウム濃度は、全体で 0.44 mg/kg を示し、地上部（0.96 mg/kg）が地下部（0.12 mg/kg）の 8 倍の高値を示した。地下部では、皮部（0.27 mg/kg）が内部（0.09 mg/kg）より高値

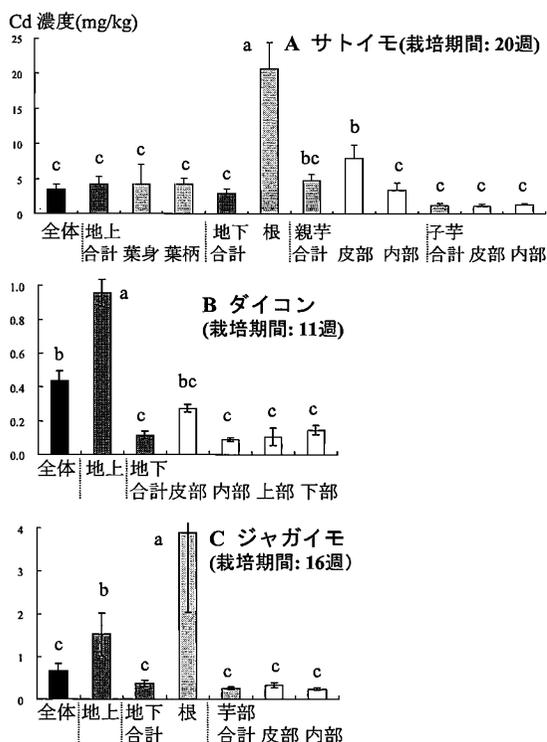


図2. サトイモ, ダイコンおよびジャガイモの各部位のカドミウム濃度

垂線: 標準偏差. 試料数: 各根菜とも5検体. a, b, c: 異なる記号を記したデータ間に危険率5%で有意差有り. なお, 有意差検定はライオン-エイノット-ガブリエル-ウエルシの多重比較検定により実施した. 皮部: 通常の調理時の皮むきに準じて採取した. ダイコン地下部: 皮部と内部および皮付きのままの上部と下部の重量を示す.

を示し, 下部 (0.14 mg/kg) と上部 (0.10 mg/kg) は有意差がなかった. ダイコンの部位別のカドミウム濃度は, 地上部>地下部皮>地下部下>地下部上>地下部内となり, 各部位の合計を比較すると地上部>地下部の順であった.

ジャガイモ (図2C) のカドミウム濃度は, 全体で 0.68 mg/kg を示し, 地上部 (1.5 mg/kg) が地下部全体 (0.37 mg/kg) の約4倍の値を示した. 地下部の中では, 根の濃度 (3.9 mg/kg) が高く芋 (0.26 mg/kg) が低い値になった. 可食部の芋内部 (0.24 mg/kg) はジャガイモの全部位中最低値を示した. ジャガイモの部位別のカドミウム濃度は, 根>地上部>芋皮部>芋内部となり, 各部位の合計を比較すると根>地上部>芋の順であった.

植物体全体のカドミウム濃度はサトイモ>ジャガイ

モ>ダイコンの順で, サトイモはダイコンの8倍, ジャガイモはダイコンの1.5倍を示した. そして, それぞれの可食部は, その根菜の中で低いカドミウム濃度を示し, サトイモの子芋内部>ジャガイモ芋内部>ダイコン地下部内の順になった. サトイモ子芋内部はダイコンの地下部内の13倍, ジャガイモ芋内部の2.4倍を示した.

これまで, サトイモとダイコンについては水耕栽培 (Kashem *et al.* 2008), ジャガイモについてはポットによる土耕栽培 (Dunbar *et al.* 2003; Reid *et al.* 2003) でカドミウム吸収を調査した報告があるが, これらの根菜を同一の土壌で栽培しカドミウムの吸収力を比較した知見は得られていない. 本研究により, サトイモのカドミウム濃度はジャガイモおよびダイコンに比較し高く, ジャガイモとダイコンのカドミウム濃度の差は小さいことがわかった.

サトイモとジャガイモの根のカドミウム濃度は高い値を示した. 植物はカドミウムを根から吸収した後, カドミウムを地上部に容易に移動させるならば, 根のカドミウム濃度は高くならないと考える. しかし, 根部の測定値は高い値を示したことから, カドミウムが容易に地上部に移行しない状態が生じていると考えられた. 根表面または根内に留まっているカドミウム等があると考える.

サトイモとジャガイモの根のカドミウム濃度が高い値を示したのに対し, ダイコンの根に相当する地下部のカドミウム濃度は低いものであった. このダイコン地下部のカドミウムが低濃度を示す要因は, サトイモとジャガイモの根とは異なってダイコン地下部自体が肥大 (川合と大熊 1970) することに起因しているものと考えられる.

根菜類は生育初期の地上部繁茂 (野田 1959; 川合と大熊 1970) が地下部肥大に先立ち起こり, それに伴い根から吸収されたカドミウムの一部は地上部に移行すると考えられる (Dunbar *et al.* 2003). 供試根菜類はいずれも地上部カドミウム濃度が地下部全体の濃度よりも高い値を示したことから, カドミウムの地上部への移行があると示された.

また, タデ科ミゾソバの地上部において, カドミウムは植物体に含まれる物質と難溶性の化合物を形成し体内に保持されること, そしてそれは植物へは無毒な状態になることが報告されている (Shinmachi *et al.* 2003). これにより多くのカドミウムを地上部に集積できるようになると推定する. 本研究で, サトイモが

ジャガイモとダイコンより高いカドミウム濃度であることが示された。この現象が生じる理由のひとつに、サトイモがジャガイモおよびダイコンと比較し、体内に取り込んだカドミウムを難溶性塩にして無毒な状態にする能力が高いことが推測される。これについては、今後の検討が必要と考える。

また、サトイモの親芋のカドミウム濃度が地上部より高いことから地上部から親芋への移行があったと思われる。しかし、子芋のカドミウム濃度は親芋より低いことからその移行量は子芋の重量に対しては少なかったと推定される。ジャガイモも、地上部から芋部へ一部のカドミウムが移行したことが示された。

サトイモの親芋とジャガイモ芋およびダイコン地下部では皮が内部より高いカドミウム濃度を示した。ただし、サトイモ子芋においては皮部が内部より低いカドミウム濃度であった。皮部と内部のカドミウムについては、土壌由来の難溶性カドミウム化合物の沈着による外的なものか、あるいは芋およびダイコン地下部の内的なものかを検討する必要があると考える。

(3) サトイモ、ダイコンおよびジャガイモの各部位のカドミウム含有量

サトイモのカドミウム全含有量 (図 3 A) は 1 個体あたり 8.0 mg で地上部と地下部合計は同量であった。各部位の含有量は葉柄>根>子芋内部>葉身>親芋内部>親芋皮>子芋皮で、各部位の合計は地上部>根>子芋>親芋の順であった。

ダイコンのカドミウム全含有量 (図 3 B) は 1 個体あたり 0.46 mg で、供試根菜中最も少なかった。その 84% が地上部に存在していた。各部位の含有量は地上部>地下部内>地下部上>地下部皮>地下部下で、各部位の合計は地上部>地下部の順であった。

ジャガイモのカドミウムの全含有量 (図 3 C) は 1 個体あたり 1.3 mg で、その 62% が地上部に存在していた。各部位の含有量は地上部>芋内部>根>芋皮部で、各部位の合計は地上部>芋>根の順となった。

供試した根菜のカドミウム全含有量はサトイモ>ジャガイモ>ダイコンの順で、サトイモはダイコンの 17 倍、ジャガイモのほぼ 3 倍であった。地下部カドミウム含有量が地上部含有量を越える根菜はなかった。サトイモとジャガイモの根は、最も高いカドミウム濃度を示す部位であったが、含有量においては地上部等よりも低かった。サトイモ親芋と子芋におけるカドミウム含有量は子芋が高値であった。カドミウム濃度は親芋より子芋が低値であったが、子芋の 1 個体の重量が

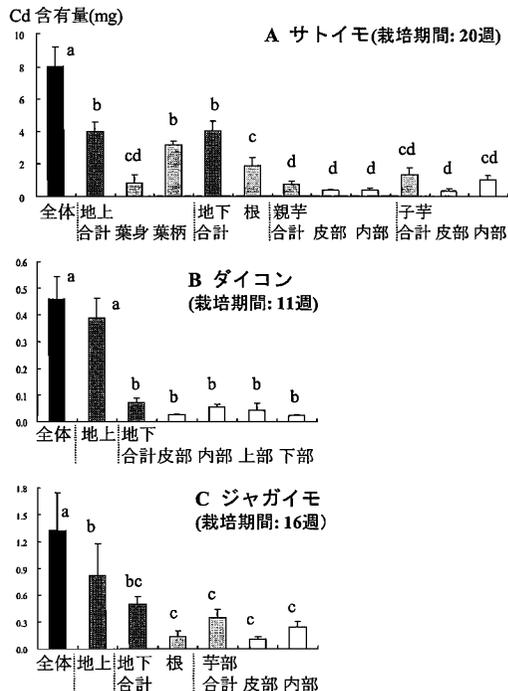


図 3. サトイモ、ダイコンおよびジャガイモの各部位のカドミウム含有量

カドミウム含有量：カドミウム濃度に重量を乗じて求めた。垂線：標準偏差。試料数：各根菜とも 5 検体。a, b, c：異なる記号を記したデータ間に危険率 5% で有意差有り。なお、有意差検定はライアン-エイトノット-ガブリエル-ウェルシの多重比較検定により実施した。皮部：通常の調理時の皮むきに準じて採取した。ダイコン地下部：皮部と内部および皮付きのままの上部と下部の重量を示す。

大きかったために、1 個体あたりの含有量は親芋より子芋で高くなった。

(4) ダイコンの生育期のカドミウム量の推移

ダイコンは 8 週以降から地下部の重量の増加が顕著になり、最終 11 週で地下部の重量が地上部の重量を上回った (図 4 A)。

地上部のカドミウム濃度 (図 4 B) は生育初期から高値を示した。6, 8 および 9 週 (1.3, 1.2 および 1.3 mg/kg) は高く 11 週 (1.0 mg/kg) で低下した。地下部のカドミウム濃度は 8 週で 0.3 mg/kg で、それ以外の時期は低く 11 週では 0.1 mg/kg であった。地上部、地下部共に生育初期から中期までカドミウム濃度が高く維持され最終期にやや低下していた。また、すべての生育時期を通し地上部のカドミウム濃度が地下部より 3.4 倍から 5.3 倍と高いことがわかった。

1 個体あたりのカドミウム含有量は、地上部、地下部とも生育の進行に伴い増加した (図 4 C)。地上部の増加量が大きかった。

ダイコンのカドミウム濃度は、生育初期のカドミウム濃度を生育後半でも上回らないことから、生育初期のカドミウム吸収を少なくすれば後半の濃度も低く抑えられる可能性があると考えられる。生育の進行に伴い地上部、地下部ともカドミウム濃度は減少しているが、この理由に重量の増加があると考えられる。特に地下部は最終採取の前 2 週間で急激に肥大 (3.4 倍) したので、カドミウム集積があるにもかかわらず濃度低下を示すことになった。そして、ダイコン地下部の肥大する部分は形成層の内側の木部 (渡辺 1958) であるが、その部分は本研究では地下部内部に相当する。ダイコン地下部の皮をむいた内部が低いカドミウム濃度を示したことは、その部分が肥大した木部部位である

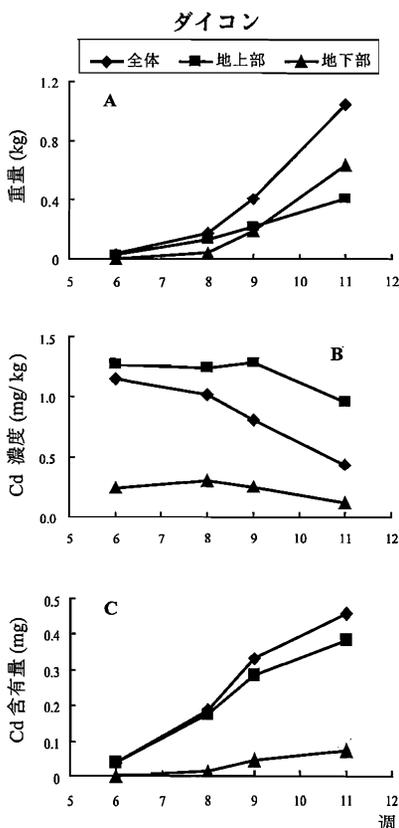


図 4. ダイコン栽培期間中の重量、カドミウム濃度およびカドミウム含有量の推移

試料数：5 検体。重量とカドミウム含有量：1 個体あたりの値。

ことと関連していると推定する。また、地上部のカドミウム含有量が増加し続けていることから、地上部から地下部へのカドミウムの転流があるとはいえず、ダイコン地下部が土壌中から取り込んだカドミウムを一部地下部に残し、残りを地上部に移行させたと推定する。

ダイコン地下部が十分肥大するとカドミウム濃度は低い値になることがわかった。

(5) ジャガイモの生育期のカドミウム量の推移

ジャガイモの各部位の重量 (図 5 A) については、芋部が 12 週から 16 週にかけて増加 (0.42 から 1.4 kg) し、地上部は減少 (0.61 から 0.55 kg) し、根部は不変であった。

カドミウム濃度 (図 5 B) は、12 週から 16 週にかけて地上部 (1.4 から 1.5 mg/kg)、根部 (1.4 から 3.9 mg/kg) および芋部 (0.11 から 0.26 mg/kg) と

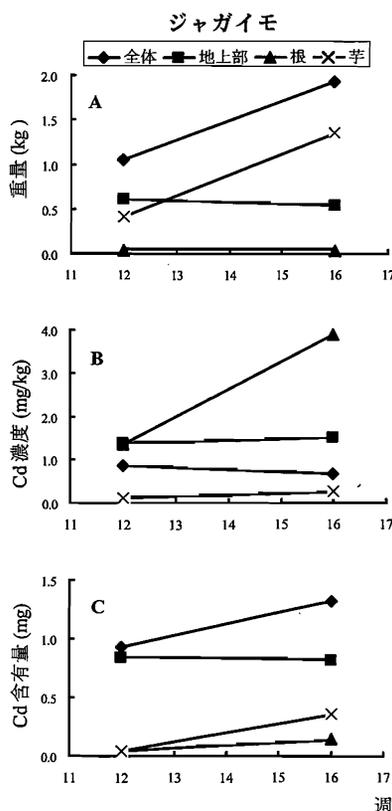


図 5. ジャガイモの栽培中の重量、カドミウム濃度およびカドミウム含有量の推移

試料数：5 検体。重量とカドミウム含有量：1 個体あたりの値。

も増加した。根部は2.8倍に増加した。

1個体あたりのカドミウム含有量(図5C)は、12週から16週にかけて地上部においてわずかに減少(0.84から0.82mg)し、根部(0.04から0.14mg)と芋部(0.05から0.35mg)において増加した。ジャガイモは最終採取前4週間で急激に肥大(3.3倍)し、芋へのカドミウム集積もこの時期に多かった(86%)と判明した。Reid *et al.* (2003)は、ジャガイモ芋のカドミウムは地上部経由で集積され易動性であると報告した。本研究においては、最終採取前4週間中に地上部のカドミウム濃度と含有量に増加がなかったことおよび根部のカドミウム濃度と含有量の増加から、芋のカドミウムは、最終採取前4週間中に吸収されたカドミウムであると推定された。このことはカドミウムが根から地上部そして芋まで移動したことを示す。カドミウムは易動性であるというReid *et al.*の結果を支持した。最終採取前4週間中のカドミウム濃度の増加は1.8倍であったが含有量は7.0倍を示した。芋が十分肥大するとカドミウム濃度は減少することがわかった。

4. 要 約

根菜類のカドミウム吸収を比較検討するために、乾土でのカドミウム濃度が5.3 mg/kgの圃場でサトイモ(品種:土垂;栽培期間20週間)、ダイコン(品種:春のめぐみ;栽培期間11週間)およびジャガイモ(品種:男爵;栽培期間16週間)を栽培した。いずれの根菜類も、生育は地上部、地下部とも異常は認められず順調であった。

サトイモの全体のカドミウム濃度は3.5 mg/kgで、部位別カドミウム濃度は根>親芋皮>葉身>葉柄>親芋内部>子芋内部>子芋皮、部位の合計では根>親芋>地上部>子芋の順であった。可食部の子芋は低値(1.2 mg/kg)であったが、サトイモは供試根菜類の中で最もカドミウム濃度が高い根菜であった。

ダイコンの全体のカドミウム濃度は0.44 mg/kgで供試根菜の中で最も低値であった。部位別カドミウム濃度は地上部>地下部皮>地下部下>地下部上>地下部内で、各部位の合計は地上部>地下部の順であった。地下部の上部(0.10 mg/kg)と内部(0.09 mg/kg)は低値であった。ダイコンはカドミウム濃度の高い土壌で栽培してもその可食部のカドミウム濃度は低く、供試根菜類の中では最も安全な根菜であった。十分にダイコンを肥大させることで、カドミウム濃度が低下

したと推定された。しかし、地上部のカドミウム濃度は生育初期から高く、地下部より約4倍の高値を示した。

ジャガイモの全体のカドミウム濃度は0.68 mg/kgで、部位別カドミウム濃度は根>地上部>芋皮部>芋内部、各部位の合計は根>地上部>芋の順であった。可食部の芋内部のカドミウム濃度は、部位中の最低値(0.24 mg/kg)で、十分肥大したことで低値を示した。

本研究により、サトイモのカドミウム濃度はジャガイモおよびダイコンより高いこと、サトイモ、ジャガイモおよびダイコンのそれぞれの可食部はカドミウム濃度が低いこと、ダイコンおよびジャガイモが十分肥大すると低いカドミウム濃度になることがわかった。

本研究の実施にあたり、(株)後藤農園の後藤國夫氏にご協力をいただきました。ここに記して感謝いたします。

引 用 文 献

- Arao, T., Ae, N., Sugiyama, M., and Takahashi, M. (2003) Genetic Difference in Cadmium Uptake and Distribution in Soybeans, *Plant Soil*, **251**, 247-253
- Arao, T., Takeda, H., and Nishihara, E. (2008) Reduction of Cadmium Translocation from Roots to Shoots in Eggplant (*Solanum melongena*) by Grafting onto *Solanum torvum* Rootstock, *Soil Sci. Plant Nutr.*, **54**, 555-559
- Codex Alimentarius Commission (2005) Maximum Levels for Cadmium in Wheat Grain; Potato; Stem and Root Vegetables; Leafy Vegetables; and, Other Vegetables at Step 8 (ALINORM 05/28/12), Twenty-Eighth Session
- Codex Alimentarius Commission (2006) Maximum Levels for Cadmium in Marine Bivalve Molluscs (Excluding Oysters and Scallops) and in Cephalopods (without Viscera) and in Polished Rice, at Step 8 (ALINORM 06/29/12), Twenty-Ninth Session
- 土壌環境分析法編集委員会 (1997) 『土壌環境分析法』, 博友社, 東京, 369
- Dunbar, K. R., McLaughlin, M. J., and Reid, R. J. (2003) The Uptake and Partitioning of Cadmium in Two Cultivars of Potato (*Solanum tuberosum* L.), *J. Exp. Botany*, **54**, 349-354
- 萩野 昇, 吉岡金市 (1961) イタイイタイ病の原因に関する研究について, 日整外会誌, **35**, 812-815
- 環境省水・大気環境局 (2008) 平成19年度農用地土壌汚染防止法の施行状況, <http://www.env.go.jp/water/report/h20-06/full.pdf>
- Kashem, A., Singh, B. R., Huq, S. M. I., and Kawai, S. (2008) Cadmium Phytoextraction Efficiency of Arum (*Colocasia antiquorum*), Radish (*Raphanus sativus* L.) and Water Spinach (*Ipomoea aquatica*) Grown in Hydroponics,

- Water Air Soil Pollut.*, **192**, 273-279
- 川合貴雄, 大熊 靖 (1970) 蒜山地方におけるミノワセグアイコンの生育相の特徴, 岡山農試研報, **65**, 98-110
- 菊地 直, 山崎浩道, 木村 武, 宮地直道, 村上弘治 (2006) 野菜のカドミウム濃度に対するカドミウム吸収抑制技術の効果, 野菜茶業研究所研究報告, **5**, 25-32
- 野田健児 (1959) 馬鈴薯の塊根形成肥大に関する研究 (第1報). 塊茎の発育相に関する研究, 東北大農研彙報, **10**, 225-327
- 農林水産技術会議 (1976) 農用地土壌の特定有害物質による汚染の解析に関する研究, 研究成果, **92**, 1-200
- 農林水産省 (2002) 農産物等に含まれる野菜のカドミウムの実態調査について, http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_cd/cyosa/pdf/C12.pdf
- Reid, R. J., Dunber, K. R., and McLaughlin, M. J. (2003) Cadmium Loading into Potato Tubers: the Roles of the Periderm, Xylem and Phloem, *Plant Cell Environ.*, **26**, 201-206
- SAS Institute (2004) *SAS/STAT® 9.1 User's Guide*, SAS Institute Inc., Cary, NC
- Shinmachi, F., Kumada, Y., Noguchi, A., and Hasegawa, I. (2003) Translocation and Accumulation Mechanism in Cadmium Tolerant Plant *Polygonum thunbergii*, *Soil Sci. Plant Nutr.*, **49**, 363-368
- 植物栄養実験法編集委員会 (1990) 『植物栄養実験法』, 博友社, 東京, 454
- 竹田宏行, 佐藤 淳, 西原英治, 荒尾知人 (2008) サトイモのカドミウム吸収特性と吸収抑制に向けた技術開発 (3), 土肥要旨集, **54**, 73
- 渡辺光太郎 (1958) 大根肥大生長の解剖学的考察 特に桜島大根と守口大根の比較, 『日本の大根』 (西山市三編), 日本学術振興会, 79-97