

短 報

## 土壤水分含量がホウレンソウ可食部の カドミウム濃度に及ぼす影響

玉田勝也・西田一平

### Effects of Soil Moisture on Cadmium Concentrations in Spinach Edible parts

Katsuya TAMADA and Ippei NISHIDA

**Key Words:** cadmium, spinach, moisture amount

カドミウム (Cd) は、人体への毒性が強く、発がん、尿細管障害、呼吸器障害、骨軟化症などの影響を与えることが知られている<sup>1)</sup>。2006年にコーデックス委員会において、食品中のCd濃度の新たな国際基準値が決定され、野菜の基準値が示された<sup>2)</sup>。現在、野菜に関する国内基準値は設定されていないが、国内におけるCd濃度の実態調査では、ホウレンソウ、オクラ、サトイモ等のいくつかの品目において国際基準値を超過する例が見られた。特にホウレンソウは、基準濃度 0.2mg/kg (新鮮重当たり) に対して、超過率が3.0%と高かった<sup>3)</sup>。国内基準値が設定された場合、ホウレンソウ生産者にとってCd対策は重要課題になるとともに、大きな産地を抱える奈良県では対策や支援が求められるようになると予想される。

畑土壌における農作物のCdの吸収抑制には、土壌pHを高く維持 (pH6.5程度) すること<sup>4)</sup> や堆肥などの有機質資材の投入が有効である<sup>5)</sup> と報告されている。土壌pHを高く維持すると、土壌のCdはリン酸イオンや炭酸イオンと結合して、水に溶けにくい化学形態のものが増加する<sup>6)</sup>。また、堆肥等有機質資材の施用により、土壌に炭素を供給すると土壌中の交換態Cd濃度が減少し、作物に吸収されにくい有機態Cd濃度が増加する<sup>5)</sup>。しかし、県内のホウレンソウ施設栽培においては既にpHが6.5を上回り、かつ有機質資材が年間2t以上投入されているほ場が多くあり、上述の報告されている技術ではCd濃度の低下は期待できない。

一方、水稻においては、玄米中のCd吸収抑制に水管理が重要である。Cdは、還元状態では硫黄と結合し水に溶けにくくなる性質があるため、水稻がCdを吸収・蓄積する出穂前後に湛水による還元状態にすることで、大きくCdの吸収が抑制されることが明らか

かになっている<sup>7)</sup>。これまでに筆者らが行った試験では、畑土壌においても湿潤な土壌において、ホウレンソウのCd濃度が低くなる傾向が観察され、当技術の適用可能性が認められた。

そこで、施設栽培ほ場のホウレンソウにおいて、土壤水分量の違いがCd濃度に及ぼす影響について検討した。

### 材料および方法

試験は、奈良県農業研究開発センター内の水田転換畑 (中粒質普通灰色低地土) 雨除け施設ほ場で行った。供試土壌のpH、三相分布および0.1N HCl抽出Cd濃度は第1表に示したとおりである。異なる水管理を行った3つの処理区 (16.5m<sup>2</sup>/区、2反復) を設け、2014年4月16日に元肥としてリン硝安加里 S604 (16:10:14) を10a当り窒素5kg相当量全層に施用した。2014年4月18日にホウレンソウ‘アクティブ’ (サカタのタネ) を6cm間隔のシーダーテープにより播種し、水管理は発芽するまで各区とも均一に灌水した。播種後7日以降、多灌水区は18L/m<sup>2</sup>/週、中灌水区は9L/m<sup>2</sup>/週、少灌水区は3L/m<sup>2</sup>/週の灌水を行った。播種後7日から42日まで、各試験区の深さ約5~10cmの土壌を100mlコアにより各2連で採取し、100mlコアごとの重量を測定後に、105°Cで24時間乾燥させて再び重量を測定した。乾燥前と乾燥

第1表 供試土壌の諸元

Table 1. Character of test soil

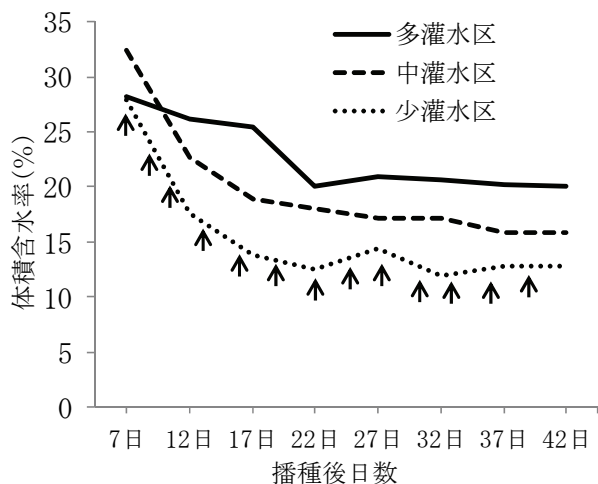
pH (H <sub>2</sub> O)	三相分布 (%)			0.1N HCl抽出Cd (mg/kg)
	固相	液相	気相	
7.6	42	36	22	0.07

後の重量差から体積含水率を計算した。

調査は播種後27日、32日、38日および42日に行い、各区からハウレンソウを10株ずつ採取し、根部を切り落とした後、草丈、新鮮重、乾物重、乾物率および可食部のCd濃度を測定した。地上部を55℃で48時間乾燥後、微粉碎した試料をホットプレート酸分解法(硝酸-過塩素酸)により湿式分解し、ICP発光分光分析装置(サーモエレメンタル製 IRIS Intrepid II XSP)で可食部のCd濃度を測定した。

### 結果および考察

多灌水区の土壌の体積含水率は、播種時の灌水以降緩やかに減少し、播種後20日以降は20%を維持した(第1図)。一方、中灌水区と少灌水区の土壌の体積含水率は播種後7日以降に急激に低下し、少灌水区は播種後17日以降に15%を下回った。



第1図 体積含水率の推移

Fig.1. Volumetric water content changes

注) 図中の矢印は灌水を示す

いずれの調査日においても草丈、新鮮重及び乾物重は多灌水区で大きく、少灌水区で小さくなった(第2表)。多灌水区では播種後32日には草丈が出荷規格である20cm前後に達し、中灌水区と少灌水区では播種後38日に草丈20cmを越えた。乾物率は多灌水区で低く、少灌水区で高くなった。

ハウレンソウ可食部のCd濃度は、同一の調査日には新鮮重と乾物重当たりのいずれにおいても、少灌水区で高く多灌水区で低くなった(第2図、第3図)。新鮮重当たりのCd濃度は播種後32日に各区の差が最も大きく、少灌水区は多灌水区の2.2倍であったが、その後差は小さくなった。乾物重当たりCd濃度は、播種後27日に各区の差が最も大きく、少灌水区は多灌水区の2.1倍であったが、その後差は小さくなり、新鮮重当たりCd濃度と同様の傾向を示した。

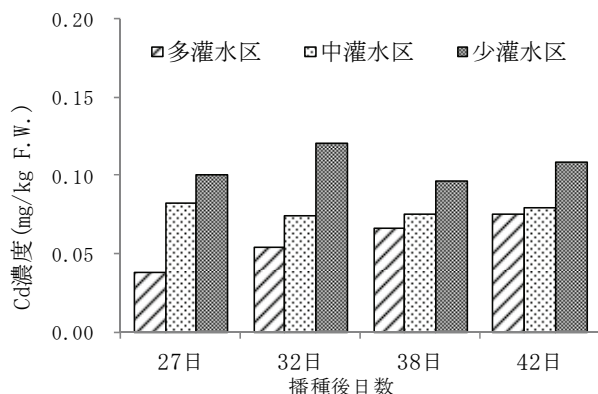
播種時から播種後42日までの期間におけるCd吸収量は、多灌水区が0.047mg/10株と、少灌水区と並び多く、水管理によるCd吸収抑制効果は判然としなかった。しかし、生育量に差があることから、ハウレンソウ可食部の1日当たり、乾物1g当たりのCd吸収量を算出すると、多灌水区では0.024μg/g/日、中灌水区では0.025μg/g/日、少灌水区では0.030μg/g/日であった。ハウレンソウ可食部の1日当たり、乾物1g当たりでは、多灌水区と比較して少灌水区で多量のCdを吸収していた。多灌水区ではハウレンソウの生育が早まり、新鮮重と乾物重が多くなったことから、希釈効果によってCd濃度が低下した可能性がありうる。また、多灌水区では他の区よりも収穫適期が早くなった。出荷規格の20cmを超えた際のCd吸収量は、多灌水区で0.017mg/10株(播種後32日)であり、中灌水区と少灌水区では、それぞれ0.029mg/10株(播種後38日)、0.035mg/10株(播種後38日)であった。したがって、水管理等により収穫時期を早

第2表 灌水量の違いがハウレンソウの生育に及ぼす影響

Tabel 2. Affects of irrigation amount variations on spinach's growth

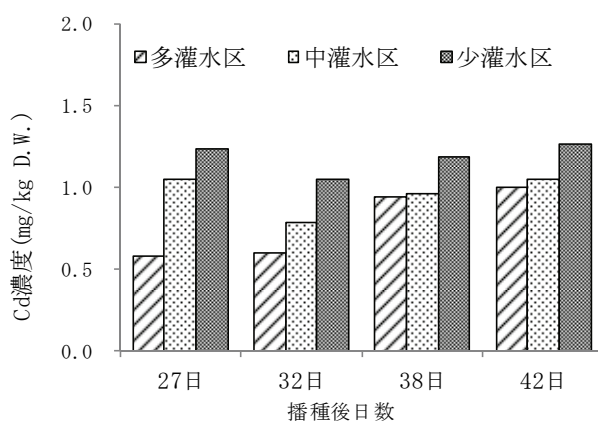
試験区	播種後27日					播種後32日				
	草丈 (cm)	新鮮重 (g/株)	乾物重 (g/株)	乾物率 (%)	Cd吸収量 (mg/10株)	草丈 (cm)	新鮮重 (g/株)	乾物重 (g/株)	乾物率 (%)	Cd吸収量 (mg/10株)
多灌水区	16.1±0.8	19.6±1.7	1.3	6.6	0.007	20.1±0.7	31.2±3.6	2.8	9.0	0.017
中灌水区	15.2±0.7	14.0±1.8	1.1	7.9	0.011	16.2±0.8	21.0±2.5	2.0	9.5	0.016
少灌水区	14.0±0.7	13.4±2.3	1.1	8.2	0.013	14.2±0.7	15.7±1.9	1.8	11.5	0.019
試験区	播種後38日					播種後42日				
	草丈 (cm)	新鮮重 (g/株)	乾物重 (g/株)	乾物率 (%)	Cd吸収量 (mg/10株)	草丈 (cm)	新鮮重 (g/株)	乾物重 (g/株)	乾物率 (%)	Cd吸収量 (mg/10株)
多灌水区	24.5±1.0	52.4±7.4	3.7	7.1	0.035	25.6±1.0	63.0±8.3	4.7	7.5	0.047
中灌水区	20.0±0.8	37.9±6.3	3.0	7.9	0.029	25.1±0.9	55.3±6.3	4.2	7.6	0.044
少灌水区	20.5±0.9	36.5±4.9	3.0	8.2	0.035	20.5±0.6	43.1±4.0	3.7	8.6	0.047

注) 草丈及び新鮮重は平均値±標準誤差



第2図 ホウレンソウ可食部のCd濃度  
(新鮮重当たり)

Fig.2. Spinach edible parts' cadmium concentration  
(per weight of fresh spinach)



第3図 ホウレンソウ可食部のCd濃度  
(乾物重当たり)

Fig.3. Spinach edible parts' cadmium concentration  
(per weight of dry spinach)

めることで、Cd濃度を低下させることができると考えられる。

ただし、本試験の結果からは、Cd吸収量および濃度が低下した原因に明白な結論を導き出すことができず、水稻と同様に水管理によってCdの吸収が抑制されたのか、または、湿潤な土壌ではホウレンソウの生育量が増加し、結果的にCd濃度が低下したのかは、今後検討したい。

ホウレンソウは野菜の中でもCd濃度が高まりやすい品目である<sup>8)</sup>ため、県内の比較的Cd濃度が高い土壌では、コーデックス基準濃度を超過する恐れがある。畑土壌における農作物のCd吸収抑制には、高pHや有機質資材の投入が有効であるが、県下の多くの施設栽培ほ場ではこれらの条件を満たしており、さ

らなるCd濃度の低下は期待できない。今回の結果は、このようなほ場におけるホウレンソウのCd濃度低下策として活用できる。すなわち、根圏土壌の体積含水率を15%以上に保ち、生育期間を6日程度短くすることで、ホウレンソウ可食部のCd濃度を低下させることができると考えられる。今後は、ホウレンソウの栽培体系への本結果の適合性を検討し、試験を積み重ねていきたい。

## 引用文献

1. 加須屋実. 1999. イタイイタイ病を頂点とするカドミウムの人体影響に関する研究の予防と対策における進歩と成果. カドミウム環境汚染の予防と対策における進歩と成果. 栄光プリント. 115-119.
2. 農林水産省. 2006. 食品中のカドミウムに関する国際基準値.  
[http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k\\_cd/ki\\_zyunti/index.html](http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_cd/ki_zyunti/index.html).
3. 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/cy\\_osa/pdf/vegetables.pdf](http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_cd/cy_osa/pdf/vegetables.pdf)
4. 砂川匡・袖垣一也・安田雅晴・沢野定憲. 2008. ホウレンソウのカドミウム吸収特性の解明と含量予測技術の開発. 岐阜県農業技術センター研究報告. 8: 26-33.
5. 吉川那々子・瀧勝俊. 2009. 牛ふん堆肥等有機質資材施用による農作物のカドミウム濃度低減効果の解明. 愛知県農総試研報. 41: 29-34.
6. 農林水産省. 2005. 水稻のカドミウム吸収抑制のための対策技術マニュアル.  
[http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k\\_cd/tai\\_saku/pdf/d3.pdf](http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_cd/tai_saku/pdf/d3.pdf)
7. 川崎晃・荒尾知人・石川覚. 2012. 湛水管理によるカドミウムの米への蓄積軽減とその問題点. 日本衛生学雑誌. 67(4): 478-483.
8. 菊地直・山崎浩道・木村武・宮地直道・村上弘治. 2005. 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. 野菜茶研研報. 5:25-32.