

## ホウレンソウに対するDd入りLP肥料の効果

熊本県農業研究センター  
農産園芸研究所 土壤肥料部

主任技師 三 牧 奈 美

### 1 はじめに

ホウレンソウは栄養価（ビタミン、鉄分など）のとても高い野菜ですが、子供にとっては、大人の味でえぐみが残っていたりして決しておいしいと感じられない野菜かもしれません。

とは言っても、やはりホウレンソウは緑黄色野菜の代表格の野菜の一つです。おいしくいただきたいと思うのですが……。そういえば、つい先日、輸入冷凍ホウレンソウから残留農薬が検出されたという話題がありました。ホウレンソウは冬野菜といわれるくらいで、九州では夏の栽培は難しく、1年中日本産ホウレンソウを食べられるというわけにはいきませんね。

消費者に求められるホウレンソウは、可食部の葉色が濃く、葉肉が厚いもので、さらに、健康と関係する色素やビタミン類、カルシウムや鉄分などのミネラルを多く含みアクの少ないものです。「よりおいしく」、「より安全な」「アクの少ない」ホウレンソウが食べたいと

いう要望に応えるべく、「アク」の原因の一つであるシュウ酸塩に注目しました。

### 2 「アク」の原因と考えられるもの—シュウ酸塩—

一般に、アクが強いと感じる野菜は、ゆでこぼしや木灰汁に浸漬したりしてアクを取り除いて食べています。ホウレンソウも、おひたし等で食べればアクはほとんど感じなくおいしくいただけます。「アク」の原因として考えられるものは、シュウ酸塩が主なものです。シュウ

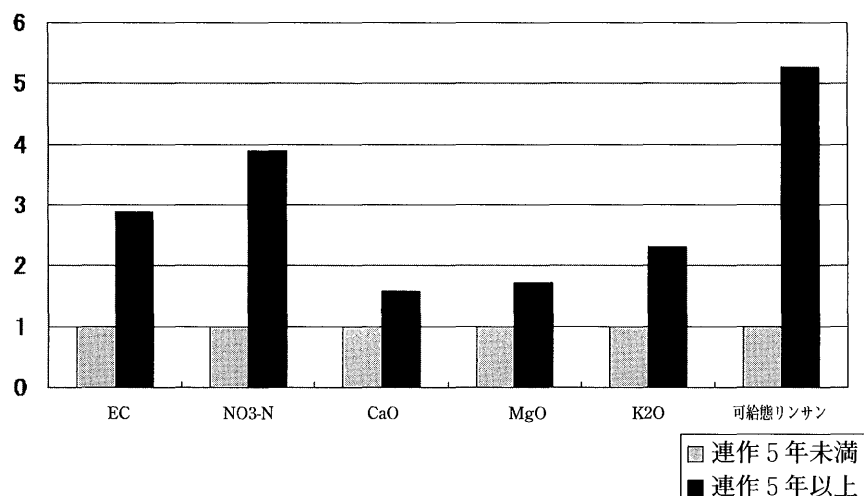
酸はミネラルであるカルシウムやマグネシウムと結合して難溶性塩を形成し、これが進むと尿路結石を引き起こすことがあるといわれています。ただし、結石になるほどホウレンソウを食べようと思ったら、相当な量（1～1.5kg）を毎日食べないといけません……。そのほかにも、食味やアクとはあまり関係ないようですがホウレンソウには硝酸塩が多く含まれています。硝酸塩は体内に多く摂取するとメトヘモグロビン血症を引き起こす原因になるといわれています。安全性の点からも少しでも硝酸含量の少ないホウレンソウを提供したいと考えています。

3 Dd(硝酸化成抑制剤)入りLP肥料のホウレンソウに対する効果

### (1) ホウレンソウの生育特性

一般に野菜は土壤中の硝酸態窒素を好んで吸収する傾向にあり、土壤中に硝酸が多いと吸収され

図1. 連作年数が異なる栽培跡地土壌の化学性の違い  
(連作年数5年未満を1とした場合)



葉の中に貯蔵されます。ホウレンソウは好硝酸性作物の代表的な野菜であり、特に葉柄に多く集積されます。ホウレンソウの硝酸塩濃度が高まる原因として、40日～50日で収穫が可能なため年5～6作の連作が行われており、土壌中の肥料成分の集積が起こりやすいことも強く関係していると思われまます。熊本県内の雨よけホウレンソウ栽培地帯の養分実態諸調査を行ってみると、連作とともに土壌EC、硝酸態窒素、交換性陽イオン、可給態リン酸が上昇することが確認されており、連作5年未満の土壌の平均を1とした場合、連作5年以上の土壌の平均は、ECで2.9倍、硝酸態窒素では約4倍近く多くなっており、従来の施肥法を改善する必要があるといえます(図1)。

**(2) 硝酸化成抑制剤の利用**

ホウレンソウ中のシュウ酸塩量を少なくする栽培法がいくつかあります。水耕栽培では、生育後半に肥料分を与えず水だけで育てたり、肥料も硝酸態でなく、アンモニア態にするとシュウ酸は生成されにくくなります。土耕栽培では、普通の化学肥料では、一気にアンモニア態の窒素が溶出し土壌中の微生物に硝酸化され、その硝酸をホウレンソウが吸収しシュウ酸の生成が容易になる。その点緩効性肥料を使うと、ゆっくりとアンモニアが溶出されるので、土壌中の肥料は少なくなりホウレンソウは、アンモニアが微生物の働きによって硝酸に変わる前にアンモニア態の窒素のまま吸収し、シュウ酸が生成しにくくなるのがわかっています。これらのことを踏まえてもっと積極的に土壌微生物による硝酸化成を抑制しようというのが今回のDd入りLP肥料の利用のポイントです。Dd(ジシアンジアミド)とは硝酸化成抑制剤の一つで、土壌中のアンモニア態窒素を硝酸態窒素に変える微生物の運動を制限して硝酸化成を抑える効果があります。

**写真. 栽培試験ほ場の様子**  
(ビニルハウス・品種：アトラス)



**(3) 栽培試験の方法**

栽培試験は熊本県農業研究センター内のガラス及びビニルハウスで実施しました。土壌は、厚層多腐植質黒ボク土で、前作は果菜類です。

試験区は、燐硝安加里を用いた標準施肥区、LP肥料を施肥したLP肥料区、これにDdを含むLP肥料区、ならびに重焼リン及び硫酸加里を用いた無窒素区としました。ホウレンソウの品種は地域と作型にあわせて選定しています。なお、11月まきはハウスを加温しました。選択したLP肥料はリニア型(L-)の溶出日数40日のものを主体とし、一部シグモイド型(S-)を施肥しました(表1)。

**(4) ホウレンソウの収量に及ぼす影響**

ホウレンソウの地上部新鮮重は6月～7月の夏まき栽培では、高温期にあたり絶対収量は春・秋

**表1. 試験区の構成**

試験区	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	窒素肥料の種類
標準施肥	2.0	— 1.6	— 1.6	燐硝安加里
LP肥料	2.0	— 1.6	— 1.6	被覆尿素
Dd入りLP肥料	2.0	— 1.6	— 1.6	ジシアンジアミド入り被覆尿素
無窒素	0	— 1.6	— 1.6	

Dd：ジシアンジアミド

被覆肥料の種類は温度による窒素溶出シュミレーションから作型ごとに決定  
<耕種概要>

栽培品種	オーライ	サンライト	アトラス	アトラス	アトラス
播種日	H12/11/14	H13/6/5	H13/10/3	H13/11/21	H14/3/14
収穫日数	H13/1/22	H13/7/10	H13/11/16	H14/1/28	H14/4/15
肥料タイプ	L-40	L-40	L-40	S-40	L-30

まきにくらべ半分から1/3と少なくなりましたが、春・秋まき栽培とも同程度の収量が得られました(図2)。統計処理を行ってみると、春まきホウレンソウでは、標準施肥区がLP肥料区に比較して高い収量が得られており、両者の差は統計的に有意でした。しかし、Dd入りLP肥料とそうでないLP肥料の間には統計的な差は認められません。一方秋まき栽培では、11月採りも1月採りでも標準施肥区との比較、あるいはLP肥料のDdの有無に関わらず統計的な差は認められません。

**(5) ホウレンソウ中のシュウ酸塩および硝酸塩に及ぼす影響**

ホウレンソウは品種によって、シュウ酸塩および硝酸塩の濃度が変動することから、品種による成分変動を考慮して秋・春まき栽培に使用した「アトラス」についてのみ統計処理を行いました(表2)。これによると、Dd入りLP肥料を用いた試験区は、標準施肥区に比較してシュウ酸塩濃度が低くなり、その差も統計的に有意であることが認められました。これに対してDdを含まないLP肥料では標準施肥区に比較して確かにシュウ酸塩濃度が低くなりましたが、その差は有意ではありません。

一方、硝酸塩については、シュウ酸塩の場合とほぼ同じの結果となり、これらのことからDd入りLP肥料は両成分をLP肥料のみの場合以上に低減する効果が高いことがわかります。

**(6) Ddの効果**

Ddの有無によって認められる違いが何に起因するかを確認するために、12cmのポリ製育苗ポットにDd入り

図2. 各作型の新鮮重に及ぼす影響

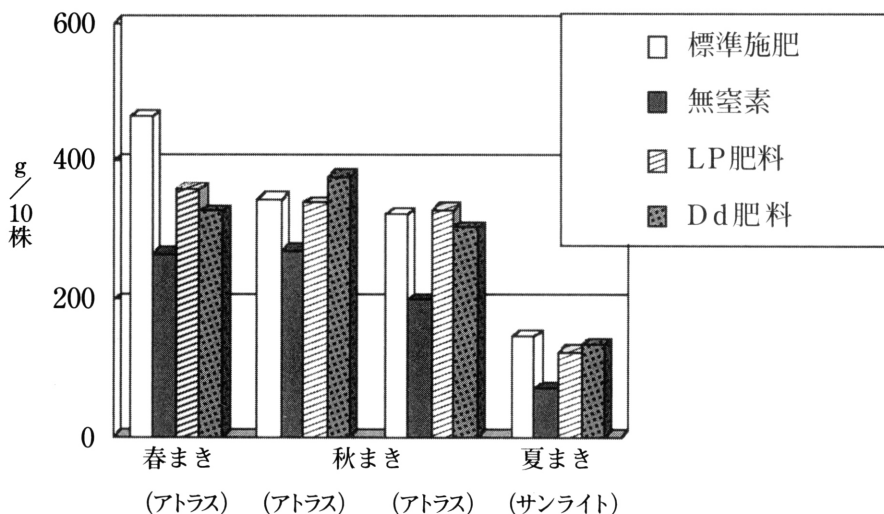


表2. ホウレンソウ体内におけるシュウ酸塩および硝酸塩量の処理間差

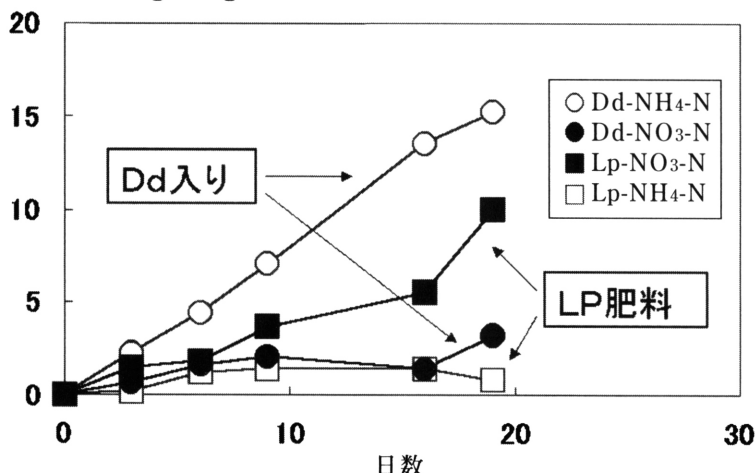
試験区	シュウ酸塩	硝酸塩	(g/kgFW)
標準施肥	6.0a	8.5a	
無窒素	4.6b	4.7c	
LP肥料	5.5ab	7.6ab	
Dd入り	5.1b	6.3bc	

◎アルファベットの違いはTukey法の多重比較の結果、処理間差が5%水準であることを示す。  
◎数値はアトラス3作の平均値についての比較である。

図3. 昼夜温25°C-15°C条件下での土壤中無機態窒素の存在形態

黒ボク畑土壌を充填した12cm育苗ポットに40日タイプ肥料を施肥し、ホウレンソウは種後、土壤中無機態窒素の時期別濃度を測定した

無機態窒素量mg/100g乾土



LP肥料と普通のLP肥料を施肥した場合にハウレンソウ栽培中の土壤に存在する無機態窒素の形態分析を行ってみました。試験は、温度による誤差を省くため、昼温25℃、夜温15℃に設定した温室内で実施しています。

その結果を第3図に示しています。LP肥料の場合、硝酸態窒素は徐々に生成量が増えていますが、アンモニア態窒素は低いレベルのままで推移しています。一方、Dd入りLP肥料は明らかに硝酸態窒素に比較してアンモニア態窒素が多くなっています。

このように、アンモニア態窒素が高いことがシ

表3. 施肥窒素の形態がシュウ酸塩および硝酸塩濃度に及ぼす影響

試験区	施肥量 (kg/a)		シュウ酸塩 g/kg	硝酸塩
	磷硝安加里	硫安		
標準施肥	2.0	0	5.66	5.37
基肥十追肥	1.2	0.8	4.91	5.24

基肥は標準施肥と同じ磷硝安加里を追肥は硫安を使用した

シュウ酸塩生成に影響するかどうかを調べるために、夏まき栽培で、硫安の追肥を行ってみると明らかに硫安を追肥した方がシュウ酸塩濃度を下げる効果があることが確認されました。(表3)

表4. 減肥が土壤化学性、収量、シュウ酸塩および硝酸塩含有量におよぼす影響

試験区	作付前	作付後		収量 g/10株	シュウ酸 g/kgFW	硝酸
	EC ds/m	EC ds/m	無機態窒素 mg/100g			
無窒素	0.24	0.45	2.2	199	4.2	4.8
標準施肥		0.72	26.9	324	5.2	8.2
-20%		0.84	35.8	272	4.6	6.7
LP肥料		0.78	38.7	330	4.9	5.9
-20%		0.62	33.0	312	3.7	6.7
Dd入り		0.73	27.8	340	4.1	5.6
-20%		0.60	19.1	323	3.6	5.7

\* ガラスハウスにおいて、夏・秋まき計3作の連続栽培を行った後の結果。

収量、シュウ酸、硝酸は3作目の結果。

## (7) 減肥の検討

熊本県の雨よけハウレンソウの栽培基準では、1作目N2.0kg/aで2作目以降は徐々に減らしています。このため、施肥基準量から20%減肥した場合の土壤養分実態について検討してみました。夏・秋の3作を連続栽培したあとの土壤中のEC、無機態窒素および収量等について表4に示しています。いずれの試験区もEC、無機態窒素量は増加しました。しかし、同じ肥料では、20%減肥した区のほうが、また、標準区よりもLP肥料やDd入りLP肥料区の方がその増加の程度は小さくなっています。収量および品質は、どの肥料においても20%減肥によって新鮮重はあまり低下しておらず、シュウ酸塩については減少する傾向が認められます。20%程度の減肥であれば、収量、品質に及ぼす影響は小さいと考えられます。

## 4 おわりに

Dd入りLP肥料を施肥した場合、ハウレンソウの収量は寒い時期から暖くなる春まき栽培では標準施肥より減少しましたが、他の作型では同等の収量が得られました。Ddがハウレンソウのシュウ酸塩および硝酸塩に及ぼす影響は高く、施肥された窒素肥料がアンモニア態として土壤中に長く存在することによって、明らかにハウレンソウ中のシュウ酸塩および硝酸塩濃度は減少しました。

今回は、ハウレンソウの「アク」の主成分であるシュウ酸塩を減らすことを主目的としてDd入りLP肥料を使用しましたが、この肥料はハウレンソウに限らずもっと多くの品目や硝酸塩等が品質に影響するような栽培において幅広く応用できる肥料であると考えます。