

## ホウレンソウの収穫時刻並びに生育日数が硝酸含量に及ぼす影響

房尾一宏・川口岳芳

キーワード：ホウレンソウ，硝酸，生育日数，収穫時刻

ホウレンソウは、栄養生長の最盛期に収穫されるため、植物体内に土壤から吸収した養分の含有率が高い状態で摂取される。土壤から吸収される養分の内、過剰な窒素は植物体内で硝酸として蓄積する（建部ら、1995）。しかし、多量の硝酸摂取は人体に悪影響を及ぼすとされている（孫・米山、1996）。このため、欧州連合では域内で流通させるホウレンソウの硝酸含量の上限値を設定している（EU、2002）。現在、日本国内ではホウレンソウの硝酸含量について統一の基準は無い。しかし、市販のホウレンソウでは欧州連合の基準値を超える硝酸が含まれている場合が見受けられ、硝酸低減技術が求められる。

そこで、ホウレンソウの硝酸含量をできるだけ低減させる栽培技術を開発するための基礎試験として、収穫時刻と生育日数が硝酸含量に及ぼす影響を調査した。その結果、ホウレンソウの硝酸低減化の方法について若干の知見を得たので報告する。

### 材料および方法

ホウレンソウ ‘アクティブ’ を供試し、雨よけハウス内に株間10cm、条間15cm ( $67\text{株}/\text{m}^2$ ) で播種した。硝酸は、各処理区について5株を収穫直後に、葉身と葉柄に分けて新鮮重を秤量した後、蒸留水を加えて摩碎して得られた汁液の硝酸イオン濃度として小型反射式光度計により測定した。可食部の硝酸含量（新鮮重100g当たりのmg、以下「硝酸含量」と記す）は、葉身と葉柄の新鮮重の割合から換算して求めた。処理の反復数は2反復とした。

本報告の一部は、2003年の園芸学会中四国支部大会において発表した。

平成18年5月24日受理

### 1. 収穫時刻がホウレンソウの硝酸含量に及ぼす影響

播種は、2001年7月16日に行った。施肥は、1a当たりN1.00kg, P0.29kg, K0.86kgを普通化成肥料で基肥として与えた。収穫は、草丈が20cm以上となった8月22日（晴天日）に8時から20時まで4時間毎に行い、収穫後直ちに硝酸を定量した。

### 2. 生育日数がホウレンソウの硝酸含量に及ぼす影響

生育日数がホウレンソウの硝酸含量に及ぼす影響を調査する場合、1作の栽培の中で収穫時期を変えて試料を得る方法が考えられる。しかし、ホウレンソウの硝酸含量は収穫までの環境条件によって変化することが報告されており（Cantliffe, 1972；亀野ら、1990；安田、2004），収穫時期の違いによる環境条件の変化が硝酸含量に影響を及ぼす可能性がある。そこで、同一圃場で播種日を変えてホウレンソウを栽培し、一斉に収穫することにより、収穫までの環境をできるだけ同一にした生育日数の異なる試料を得ることとした。

播種は、2001年8月17日から9月2日まで4日ごとに5回行った。施肥は、播種10日後から9月24日まで4日ごとに1回1a当たりN42.0g, P16.8g, K33.6gを尿素複合液肥で与えた。収穫は、8月21日に播種した処理区の草丈が20cm以上となった9月28日の午前10時に一斉に行い、硝酸含量を測定した。

### 結 果

#### 1. 収穫時刻がホウレンソウの硝酸含量に及ぼす影響

硝酸含量は、8時から12時までは約300mg/100gF.W.でほとんど変化せず、16時に248mg/100gF.W.まで減少し、20時には290mg/100gF.W.と再び増加した（表1）。

#### 2. 生育日数がホウレンソウの硝酸含量に及ぼす影響

9月28日に全処理区一斉に収穫を行った結果、生育日

表1 ホウレンソウの収穫時刻と硝酸含量<sup>a)</sup>

時刻	硝酸含量±標準誤差 (mg/100gF.W.)
8:00	308±28 <sup>b)</sup>
12:00	302±46
16:00	248±6
20:00	290±20

a) 品種‘アクティブ’、7月16日播種、8月22日調査

b) 標準誤差 (n=2)

数38日区（8月21日播種）の草丈は出荷規格下限の20cmを超える、株重は18gであった（表2）。生育日数42日区（8月17日播種）の草丈は29cm、株重は30gであった。生育日数が38日未満の処理区（8月25日以降の播種）では、草丈が19cm以下で株重は10g以下であった。株重に占める葉柄の割合は27から38%の範囲で、生育日数が多くなるほど大きくなつた。硝酸含量は、葉柄部で58mg/100gF.W.、葉身部で24から62mg/100gF.W.と、常に葉柄部が葉身部よりも多く、その差は生育日数が多くなるほど大きくなつた。また、硝酸含量は生育日数が多いほど多く、特に播種後42日区では、葉柄の硝酸含量が38日区の3倍以上の358mg/100gF.W.となり、可食部に換算した硝酸含量も180mg/100gF.W.と38日区の2.6倍であった。

## 考 察

### 1. 収穫時刻がホウレンソウの硝酸含量に及ぼす影響

好気的環境下で生育する植物にとって、硝酸は最も重要な窒素栄養源であり、生長のためには常に硝酸が供給されて、植物体内にある程度の硝酸がプールされていることが必須条件である（安田、2004）。植物体内に取り込まれた硝酸は、還元されてアンモニアに変化し、アミノ酸からタンパク質へと代謝される。硝酸還元には硝酸還元酵素が関与しており、硝酸還元酵素の活性はグルタミン酸、糖類、サイトカイニンなど様々な物質の影響を受けるとされ、光合成組織での硝酸還元酵素合成を促す

mRNAの蓄積は、光またはショ糖によって促進される（井田、1996）。本研究において8時から20時までの間で16時に収穫した場合の硝酸含量が最も低かったが、これは日中の光合成活動により合成された糖分により硝酸還元酵素の合成が促され、硝酸の還元が進み体内の硝酸が減少した後、夜になって再び根から吸収された硝酸が蓄積したためと考えられる。従って、ホウレンソウにおいて硝酸含量の少ない収穫物を得るためにには、晴天日の夕方に収穫することが望ましい。

### 2. 生育日数がホウレンソウの硝酸含量に及ぼす影響

刀弥ら（1989）は、ホウレンソウでは葉長に対する葉身長の割合が高いほどシユウ酸含量は多くなり、逆に硝酸態窒素含量は少なくなる傾向にあることを報告している。これと同様に、本報告においても生育日数の経過に伴う葉柄割合の増加とともに硝酸含量が増加した。亀野ら（1990）はホウレンソウの品質関連成分の変動は生育ステージと関連しており、生育中期から収穫期にかけて生育が進むにつれて、硝酸含量は低下傾向を示すとしている。一方、本報告では生育の進行とともに葉身と葉柄それぞれにおける硝酸含量が増加する傾向であった。これは、亀野らの報告は基肥のみにより栽培した結果であり、収穫期には土壌の硝酸含量が低下していたと考えられるのに対し、本報告では4日毎の追肥による栽培であるので、収穫間際まで土壌中の硝酸含量が低下しなかつたためと考えられる。本報告において生育日数が多くなるほど硝酸含量が増えたのは、株全体に占める葉柄の割合が増えたことに加えて、急激な生長に伴って土壌中からの硝酸吸収が増加したことの両方によると考えられる。従って、ホウレンソウの生育日数から考えると、硝酸含量の少ないホウレンソウを得るためにには、葉柄割合が急激に大きくなる直前（アクティブでは草丈20cm程度）に収穫することが望ましい。

目黒ら（1991）は、250mg/100gF.W.以上の体内硝酸は収量に直結しない過剰吸収域に相当し、ホウレンソウの生育には不要であり、施肥窒素量0～20kg/10aの範囲で

表2 ホウレンソウの生育日数が生長量と硝酸含量に及ぼす影響<sup>a)</sup>

生育日数 (日)	播種月日	草丈 (cm)	株重 (g)	葉柄の割合 (%)	硝酸含量(mg/100 gF.W.)		
					葉柄部	葉身部	可食部
26	9月2日	14	5	27	58	24	37
30	8月29日	19	10	31	87	29	52
34	8月25日	19	10	31	92	32	56
38	8月21日	23	18	33	115	36	68
42	8月17日	29	30	38	358	62	180

a) 品種‘アクティブ’、9月28日収穫

収量をある程度確保しつつ内部品質を低下させない施肥窒素量は10~15kg/10a程度であるとしている。土壤窒素の量がホウレンソウの体内硝酸含量に影響していることは多くの報告 (Cantiliffe, 1972; 目黒, 1993; 建部ら, 1995) から明らかであり、硝酸含量を過剰にしないためには、収穫時期までに土壤の窒素量を低下させる養分管理が必要である。野菜の硝酸含量低減のために各種肥効調節型肥料の利用が有効とされる (三牧, 2003) が、土壤中における窒素肥効の発現には温度、水分、微生物の活動などの環境条件が影響しており (栗原, 1980), 精密な制御は困難である。今後は土耕栽培においても、土壤養分を簡易に制御できる技術の開発が求められる。

## 摘要

収穫時のホウレンソウに含まれる硝酸ができるだけ少なくする耕種的な管理技術を開発するため、収穫時刻と生育日数が硝酸含量に及ぼす影響を調査した。

1. 収穫時刻別の硝酸含量は、8時から20時までの間で16時が最も少なかった。
2. 硝酸は葉身に比べ葉柄に多く含まれ、生育日数の経過とともに増加し、草丈が20cmを超えると急激な増加が認められた。
3. 収穫時刻を晴天日の16時頃とし、草丈20cmで収穫することにより、硝酸含量の少ない収穫物を得ることができる。

## 引用文献

Cantiliffe, D.J.: 1972. Nitrate Accumulation in Spinach

- Grown Under Different Light Intensities. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97(2) : 152-154.
- EU: 2002.COMMISSION REGULATION (EC) No 563/2002 of 2 April 2002 amending Regulation (EC) No 466/2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal of the European Communities*.
- 井田正二: 1996. 窒素栄養の分子生物学的アプローチ 2. 土肥誌. 67(6) : 707-715.
- 亀野 貞・木下隆雄・楠原 操・野口正樹: 1990. ホウレンソウの栽培条件及び品種と品質関連成分の変動. *中国農試研報*. 6 : 157-178.
- 栗原 淳: 1980. 肥料成分の土壤中の挙動. *植物栄養土壤肥料大事典*. 養賢堂. pp. 1327.
- 目黒孝司: 1993. ホウレンソウの内部品質向上試験からみた栄養診断の課題. *農業技術*. 48(6) : 246-251.
- 三牧奈美: 2003. ホウレンソウに対するDd入りLP肥料の効果. *農業と科学*. 540 : 11-14.
- 建部雅子・石原俊幸・松野宏治・藤本順子・米山忠克: 1995. 窒素施用がホウレンソウとコマツナの生育と糖、アスコルビン酸、硝酸、シウ酸含有率に与える影響. 土肥誌. 66(3) : 238-246.
- 刀根茂弘・内山善雄: 1989. 栽培条件がホウレンソウの蔥酸含量に及ぼす影響 (第1報) 品種、ジベレリン処理、栽培密度、生育日数、土壤水分の影響. *山口農試研報*. 41 : 32-39.
- 安田 環: 2004. 野菜の硝酸濃度とその低減対策. *農及園*. 79(6) : 647-651.
- 孫 尚穆・米山忠克: 1996. 野菜の硝酸濃度とその低減対策. *農及園*. 71(11) : 1179-1182.

## **Changes in the content of nitrate in spinach in a day and during cultivation**

Kazuhiko FUSAO and Takeyoshi KAWAGUCHI

Key words : spinach, nitrate, growing period, harvesting time in a day