

# 冬どり青首ダイコンの施肥，生育，収穫が根部硝酸イオン濃度に及ぼす影響

岡本 保

---

## Effect of Reduced Fertilizer Application, Harvesting Time in a Day, Postharvest Storage, and Growth Stage on the Nitrate Ion Content in Japanese Radish (*Raphanus sativus* L.) Root Harvested in the Winter

Tamotsu OKAMOTO

---

### 摘 要

三浦半島の黒ボク土壌で栽培した冬どり青首ダイコンにおいて，根部硝酸イオン濃度に及ぼす各種要因を検討するため，基肥の種類，追肥窒素施用量，収穫の時間帯，収穫後の貯蔵，及び収穫時の生育ステージが，ダイコンの根部硝酸イオン濃度に及ぼす影響を調査した。また，葉の硝酸イオン濃度から根の硝酸イオン濃度を推定する方法を検討した。さらに，現地の農家において，ぼかし堆肥を主体とした施肥を行う独自の農法で栽培されたダイコンと，通常栽培のダイコンの硝酸イオン濃度を比較した。

- 1) 冬どりダイコンの根部硝酸イオン濃度は，追肥の窒素施用量を少なくすることにより低下した。基肥の種類がぼかしであるか化成肥料であるかは影響しなかった。
- 2) 収穫の時間帯（朝・昼・夕）の違いは硝酸イオン濃度に影響しなかった。
- 3) ダイコンを8℃で貯蔵すると，根部硝酸イオン濃度は貯蔵4日後まではやや減少したが，11日後には上昇した。
- 4) 9月下旬に播種したダイコンの生育ステージ別硝酸イオン濃度は，収穫を開始した12月上旬から収穫を終了した1月上旬まで，ほぼ同等に推移した。
- 5) 根重1000g程度のL級ダイコンであれば，完全展開葉または成熟葉の葉柄硝酸イオン濃度と，根部硝酸イオン濃度との相関が高く，葉柄硝酸イオン濃度から根部硝酸イオン濃度を推定することが可能であった。
- 6) 現地の農家において，ぼかし堆肥を主体とする独自の農法で栽培されたダイコンと，通常栽培のダイコンの硝酸イオン濃度を4年間にわたり比較した結果，前者のダイコンのほうが硝酸イオン濃度が低い傾向が認められた。

キーワード：ダイコン，硝酸イオン，減肥，生育ステージ，貯蔵

### Summary

To clarify some factors controlling the nitrate ion content in the edible part of Japanese radish, the author examined the effect of reduced fertilizer application, harvesting time of day (morning, noon or evening), post harvest storage and growth stage on the nitrate ion content in the radish root grown in an andosol field harvested in the winter of Miura peninsular district. In addition, a prediction method for nitrate ion content in the root by the content in the leaves was developed. Furthermore, the average nitrate ion content in the radishes sampled from farmers' fields fertilized mainly by organic matter compared with that sampled from fields fertilized mainly by chemical fertilizer in the Miura peninsular district.

- 1) Reduced application of top dressing fertilizer decreased the nitrate content in the radish root regardless of the kind of the basal fertilizer used in this study.
- 2) Harvesting time of day (morning, noon or evening) did not influence the nitrate ion content in the radish root.

- 3) The nitrate ion content in radish root slightly decreased after 4 days of storage, whereas it significantly increased after 11 days of storage when under 8 degrees Celsius.
- 4) Regardless of the growth stage, the nitrate content of Japanese radish sowed at the end of September was approximately equal during the harvesting period from early December to early January.
- 5) The nitrate ion content in the root could be predicted from the level of the petiole sampled from completely elongated leaves when the root was approximately 1000 g (standard harvesting weight in this district).
- 6) The average nitrate ion content in the radishes sampled from farmers' fields fertilized mainly by organic matter was less than that sampled from the fields fertilized mainly by chemical fertilizer in the Miura peninsular district.

**Key words :** Japanese radish, Nitrate ion, Reduced fertilization, Growth stage, Postharvest storage

## 緒 言

硝酸は植物の生育に必要な栄養であり, 植物には硝酸イオンの形で根から吸収され, 酵素の働きにより亜硝酸, アンモニアへと還元され, 各種のアミノ酸へと変換される. 吸収する硝酸イオンの量が亜硝酸へ還元される量よりも多い場合, 余った硝酸イオンは植物中に蓄積されることとなる. これまでの知見では, 硝酸イオンそれ自体は, 人体に直接害を及ぼす可能性は少ないが, 何らかの原因で硝酸が亜硝酸に還元された場合には, 人体に悪影響を及ぼす恐れがあるとされている (L'hirondel ら 1996). 硝酸イオンはヒトにとっては必要のない成分であり, 食用部分への過剰な蓄積は品質上好ましいとは言えない. また, 野菜への過剰蓄積は過剰施肥が原因の一つと考えられるため, 適正施肥や減肥で植物体中の硝酸イオン濃度を適正に保つことは, 環境負荷の低減や, 産地のイメージ向上にもつながる.

野菜の硝酸イオン濃度に及ぼす要因は, 施肥条件等を中心に従来から検討されてきた (伊達ら 1980, 建部ら 1995, 松本ら 1999). また (独)野菜茶業試験場を中心としたプロジェクト研究「野菜における硝酸塩蓄積機構の解明と低減化技術の開発」(2002 ~ 2004)により, 野菜中の硝酸塩濃度を低減する栽培技術(品種選定, 低温管理, 光環境や施肥方法の改善等)が開発された. 一連の研究成果は「野菜の硝酸イオン低減化マニュアル」として出版され, インターネット上でも公開されている (<http://vegetea.naro.affrc.go.jp/joho/manual/shousan/index.html>).

しかしこれら一連の研究は, 硝酸還元反応やアミノ酸同化等の生化学反応が盛んに行われている, 葉身・葉柄を食用部位とする, ホウレンソウ, コマツナ, その他の, 葉菜類を対象とした研究であった. これに対してダイコ

ンの食用部位は, 根部及び下胚軸の木部柔組織が肥大したものであり, すなわち根で吸収された養分の通過部位であり, また地上部で合成された養分の貯蔵部位でもある. このような部位を食用に供するダイコンにおける硝酸イオンの消長は, 葉身・葉柄を食用部位とするホウレンソウやコマツナのそれとは異なる可能性がある. しかしダイコンを対象として, 硝酸イオンの蓄積に及ぼす要因を検討した研究例はこれまで少ない. そこで三浦半島の冬どり青首ダイコンを対象として, 基肥の種類や追肥窒素施用量, 収穫の時間帯, 収穫後の貯蔵, 収穫時の生育ステージの違いが, 根部硝酸イオン濃度に及ぼす影響を検討した. また, 葉の硝酸イオン濃度から根の硝酸イオン濃度を推定する方法を検討した. さらに, 現地の農家において, ぼかし堆肥を主に使用し, 化学肥料の使用を控えた独自の農法を行い, ダイコンを出荷しているグループがある. 同農法で栽培されたダイコンと, 同じ農家が通常の栽培法で栽培したダイコンの硝酸イオン濃度を比較した.

## 材料及び方法

### 1. 基肥の種類及び追肥の量が硝酸イオン濃度に及ぼす影響

(1) 供試圃場 試験を実施した圃場は, 夏作にはスイカ, メロン, カボチャ等のウリ科野菜を, 冬作にはダイコン, キャベツ等のアブラナ科野菜を栽培する三浦地区の典型的な作型を, これまでに約 30 年間続けている圃場の厚層多腐植質黒ボク土(CL)の圃場である. この圃場はこれまで堆肥を 10a あたり年間約 3t ほぼ連年施用している.

(2) 区の設定 基肥の種類は化成肥料またはぼかし堆肥の 2 種類とした. 化成肥料区は複合燐加安ポリホス

S002P(10:20:12)を、ぼかし堆肥区は、下記の方法で作成したぼかし堆肥(0.7:1.1:1.3)を用いた。追肥は化成肥料区には NK 化成2号(16-0-16)を、ぼかし堆肥区には根菜用配合肥料あおい2号(10:10:6)を用いた。同配合肥料は有機窒素は配合されていない。カッコ内の数字は各資材の総窒素:リン酸:カリの含有量%を示す。ぼかし堆肥の調整は地元農家の慣行に準じて、以下のように行った。

- ①一次発酵が終了したおがくず混合牛ふん堆肥 500kgに、硫酸・硫酸マグネシウム・ハイマグ B 重焼燐を各14kg、硫酸加里を7kg 混合
- ②水分を約60%に調整し、高さ1m程度の山に積み、1週間おきに3回切り返し、最高温度約55℃で一次発酵
- ③その後2ヶ月間静置し二次発酵させて完成品とした

これらの資材を用い、いずれの区も基肥窒素は6kg/10aとし、追肥窒素量を第1表に示すように、基肥にぼかし堆肥を用いた区は4kg/10a(減追肥区①)、8kg/10a(減追肥区②)、12kg/10a(標準追肥区)

の3水準、基肥に化成肥料を用いた区は6kg/10a(減追肥区)、12kg/10a(標準追肥区)、18kg/10a(増追肥区)の各3水準とした。これらの追肥量の調整は、追肥回数を1~3回に設定することにより行った。基肥は播種1週間前に全面施用し、15cmの深さまでロータリー耕を行い土壌混和した。追肥は畝間に施用し小型管理器等で土壌混和した。

(3) 耕種概要 ダイコンの品種は‘冬の浦’を用い、2002年9月24日播種、10月23日間引き、2003年1月24日収穫調査、及び2003年9月22日播種、10月17日間引き、2004年1月8日収穫調査の2作栽培した。栽植距離は畝幅50cm×株間24cm、1区の面積は15㎡×2反復とした。各区の中央部より20株を抜き取り生育・収

量を調査した。またその中の生育中庸な4株を抽出し硝酸イオン測定用のサンプルとした。

(4) 硝酸イオン濃度測定法 硝酸イオン濃度の測定部位及び搾汁方法は予め行った予備試験により決定した。すなわちダイコンの上部(下胚軸部)と下部(根部)では硝酸イオン濃度が異なり、下部ほど濃度が高くなるが、下胚軸部と根部の境目である青首ダイコンの青と白の境目部を測定することにより、平均的な硝酸イオン濃度が測定できる。また、乳鉢で磨砕し吸引ろ過により得た汁液と、ニンニク搾り器で得た汁液で測定値に違いがなかった。そこで本研究ではダイコンの測定部位としては下胚軸部と根部の境目部を、搾汁には簡易なニンニク搾り器を用いることとし、4mmコルクローラーで青首ダイコンの青と白の境目部を抜き取り、ハサミで細断し、ニンニク搾り器で搾汁、イオン交換水で10倍に希釈した試料溶液中の硝酸イオン濃度を、小型反射式光度計(RQフレックス)を用いて測定した。

2. 収穫の時間帯及び収穫後の貯蔵が硝酸イオン濃度に及ぼす影響

(1) 収穫の時間帯の影響試験：上記のぼかし堆肥・標準追肥区から、2003年1月31日の朝(8:15)、昼(13:00)、夕方(17:00)の各時間帯にダイコンを収穫し、上記と同様に硝酸イオン濃度を測定した。

(2) 収穫後の貯蔵日数の影響試験：ぼかし堆肥・標準追肥区から2003年1月31日に収穫したダイコンを水洗し、出荷状態に葉を切り落とし(約10cmの長さに葉を切り詰める)、口を開けたポリエチレン製袋に10本ずつ詰めて、8℃の暗所に貯蔵し、硝酸イオン濃度を収穫直後、1日後、4日後、11日後の計4回測定した。なお貯蔵中にダイコンの重量変化はほとんど見られなかった。

第1表 施肥設計(施肥量は10aあたりのN-P2O5-K2Oのkg)

	化成肥料区 z	ぼかし・減追肥区①	ぼかし・減追肥区②	ぼかし・標準追肥区
基肥	化成肥料	ぼかし堆肥	ぼかし堆肥	ぼかし堆肥
(施肥量)	(6-11-11)	(6-9.5-11)	(6-9.5-11)	(6-9.5-11)
追肥	NK 2号×2回	あおい2号×1回	あおい2号×2回	あおい2号×3回
(施肥量)	(12-0-12)	(4-4-2.4)	(8-8-4.8)	(12-12-7.2)
追肥時期(2002年)	10/24,12/5	10/24のみ	10/24,12/5	10/24,11/14,12/5
(2003年)	10/20,12/3	10/20のみ	10/20,12/3	10/20,11/19,12/3
(施肥量計)	(18-11-23)z	(10-13.5-13.4)	(14-17.5-15.8)	(18-21.5-18.2)

z 化成肥料区には、上記(化成肥料・標準区)の他にNK 2号による追肥1回の化成肥料・減追肥区(施肥量計12-11-17)と、同追肥3回の化成肥料・増追肥区(同24-11-29)を設けた

第2表 現地ダイコンの年度別調査点数

	12月どり		1月どり		3月どり		合計	
	A栽培	普通栽培	A栽培	普通栽培	A栽培	普通栽培	A栽培	普通栽培
2000年度産	10	3	7	6	5	4	22	13
2001年度産	3	4	7	5	8	4	18	13
2002年度産	5	2	4	4	3	3	12	9
2003年度産	3	0	8 <sub>z</sub>	2 <sub>y</sub>	1	1	12	3
計	21	9	26	17	17	12	64	38

z うち3点は2月どり y うち1点は2月どり

### 3. 生育ステージによる根部硝酸イオン濃度の経時変化

ダイコン品種は‘冬の浦’を用い、2004年9月15日基肥施肥（複合燐加安ポリホス S002P 及びハイマグB 重焼燐を用い N:P2O5:K2O 各 7:20:8kg/10a）、9月21日播種（畝幅 50cm × 株間 24cm, 8333 株/10a）、10月26日間引き及び追肥（NK 化成2号を用い N:P2O5:K2O 各 8:0:8kg/10a）を行った。このダイコンを2004年12月8日（収穫開始期、平均根重 1000g の M～L 級ダイコン中心）、同14日、同20日（収穫最盛期、平均根重 1400g の 2L 級ダイコン中心）及び2005年1月5日（収穫終了期、平均根重 1600g の 3L 級ダイコンに達する時期）の4回、各15株採取し、時期別の硝酸イオン濃度を測定した。

### 4. 葉部硝酸イオン濃度と根部硝酸イオン濃度との相関

試験3の12月8日及び1月5日収穫のダイコンを用い、葉部硝酸イオン濃度と根部硝酸イオン濃度を測定し、それらの相関を求めた。葉部硝酸イオン濃度は以下の3部位に分けて測定した。葉長が15cm程度に伸びた芯付近の半展開葉、30cm程度まで伸びた完全展開葉、完全展開葉より葉令は進んでいるが、まだ黄化はしていない成熟葉に分け、またダイコンを出荷状態に調整したときを想定し、各葉位の葉身及び葉柄部を、着生部位から10cm程度の長さまでサンプリングした。これを細断しニンニク絞り器で搾汁し、イオン交換水で10倍程度に希釈し、根部硝酸イオン濃度と同様に小型反射式光度計（RQフレックス）を用いて測定した。

### 5. 現地ダイコンの硝酸イオン濃度調査

三浦半島内で、ぼかし堆肥を主体とした施肥を行う自主的な栽培規格を設けて、ダイコン栽培（以下この栽培方式を「A栽培」と略記する）を行っている約20戸の農家グループ（以下「Aグループ」と略記）がある。Aグループ内の生産者が、A栽培または地元慣行による普通栽培で栽培したダイコンの根部硝酸イオン濃度を、2000

年度産（2000年12月から2001年3月までの収穫）から2003年度産（2003年12月から2004年3月までの収穫）までの4カ年間調査した。総調査点数はA栽培が64点、普通栽培が38点、合計102点である（第2表）。

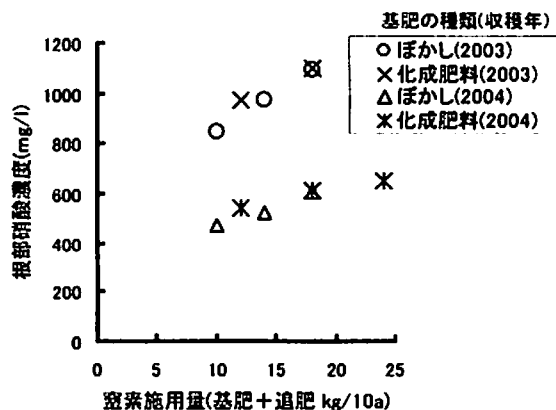
## 結 果

### 1. 基肥の種類及び追肥の量が硝酸イオン濃度に及ぼす影響

各処理区のダイコン収量を第3表及び第4表に示した。年次によって多少の変動はあるもの、基肥の種類及び追肥の増減にかかわらず、ダイコンの収量はほぼ同等で、基肥追肥合計窒素施用量を10kgにまで減じても、14kg区及び18kg区とほぼ同等の収量が得られた。

またこのときの硝酸イオン濃度は、追肥窒素施用量に連動した変化を示し、基肥の種類が化成肥料であるかぼかし堆肥であるかを問わず、総施用量が同じならば硝酸イオン濃度はほぼ等しく、追肥窒素施用量が少ないほど、硝酸イオン濃度は低かった。年次により硝酸イオン濃度の絶対量には違いがあるものの、2カ年とも同様の傾向を示した（第1図）。

跡地土壌の化学性を見ると化成肥料・増追肥区の次層の硝酸態窒素濃度が高かった（第5表）。



第1図 基肥の種類と追肥の増減がダイコン根部硝酸イオン濃度に及ぼす影響（第3表及び第4表データより作図）

2002年9月24日播種、2003年1月24日収穫  
2003年9月22日播種、2004年1月8日収穫

第3表 基肥の種類と追肥量がダイコン収量及び品質に及ぼす影響 (2003年1月24日調査)

	平均根長 cm	平均出荷重 kg	10a 収量 t/10a	規格別割合 %					糖度 Brix	硝酸イオン mg・L <sup>-1</sup>
				3L	2L	L	M	S		
ぼかし・減追肥区①	34.8	1.41	11.7	12.5	40.0	25.0	22.5	0	5.7	472
ぼかし・減追肥区②	35.4	1.47	12.2	17.5	35.0	32.5	15.0	0	5.6	525
ぼかし・標準追肥区	34.3	1.38	11.5	10.0	32.5	42.5	15.0	0	5.7	606
化成肥料・減追肥区	34.6	1.43	11.9	10.0	45.0	22.5	22.5	0	5.6	540
化成肥料・標準区	35.7	1.54	12.8	27.5	32.5	32.5	7.5	0	5.6	613
化成肥料・増追肥区	35.2	1.45	12.1	15.0	37.5	37.5	10.0	0	5.8	651
有意性 z	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	ns	*

z 分散分析による有意性 \*5%危険率有意

第4表 基肥の種類と追肥量がダイコン収量及び品質に及ぼす影響 (2004年1月8日調査)

	平均根重 kg	10a 収量 t/10a	糖度 Brix	硝酸イオン mg・L <sup>-1</sup>
ぼかし・減追肥区①	1.20	10.0	5.3	847
ぼかし・減追肥区②	1.02	8.5	5.0	901
ぼかし・標準追肥区	1.12	9.3	5.1	1095
化成肥料・減追肥区	1.19	9.9	5.1	971
化成肥料・標準区	0.97	8.1	5.2	1096
有意性 z	ns	ns	ns	*

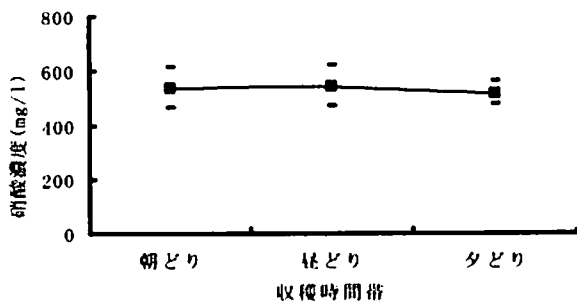
Z 分散分析による有意性 \*5%危険率有意

第5表 栽培跡地土壌の化学性 2003/2/20 採土

区	層位 cm	pH	EC dS/m	交換性			可給態 リン酸 z 100g	硝酸態 窒素 y
				石灰	苦土	加里 mg/乾土		
ぼかし・減追肥区①	0-15	6.3	0.09	410	127	95	27.7	-
	15-30	6.3	0.11	381	119	90	14.5	-
ぼかし・減追肥区②	0-15	6.2	0.13	424	133	109	29.2	1.5
	15-30	6.3	0.13	400	129	97	16.4	-
ぼかし・標準追肥区	0-15	6.1	0.17	422	122	106	30.2	2.7
	15-30	6.1	0.19	411	127	97	14.7	2.2
化成肥料・減追肥区	0-15	6.2	0.09	401	116	96	22.4	-
	15-30	6.2	0.11	381	114	83	13.5	-
化成肥料・標準区	0-15	6.1	0.13	387	106	108	23.4	-
	15-30	6.0	0.18	378	116	86	14.0	1.9
化成肥料・増追肥区	0-15	5.8	0.19	364	91	110	22.5	1.9
	15-30	6.0	0.29	405	125	83	15.5	7.5

z トルオーグ法

y 1M 塩化カリ抽出法



第2図 収穫の時間帯がダイコン根部硝酸イオン濃度に及ぼす影響 (品種'冬の浦'、2002年9月24日播種、2003年1月24日収穫)

2. 収穫の時間帯及び収穫後の貯蔵が硝酸イオン濃度に及ぼす影響

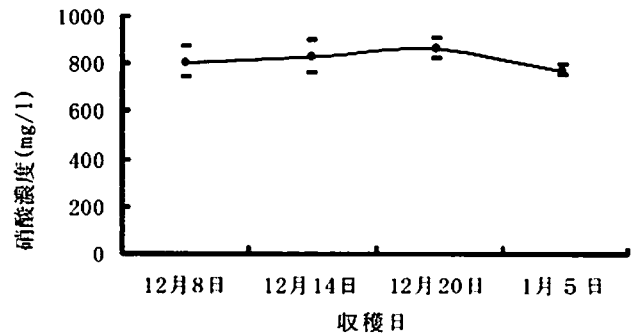
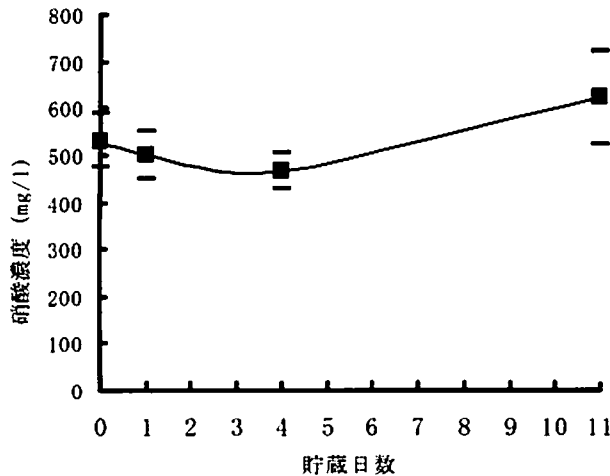
朝、昼、夕の各時間帯に収穫したダイコンの硝酸イオン濃度は大きな違いは認められなかった(第2図)。ただし夕方収穫したものはデータのばらつきが小さくなる傾向が見られた。

ダイコン貯蔵中の硝酸イオン濃度の変化を見ると、収穫直後から4日目までは僅かに減少するが、11日後には硝酸イオン濃度が上昇する傾向が見られた(第3図)。

3. 生育ステージによる根部硝酸イオン濃度の経時変化

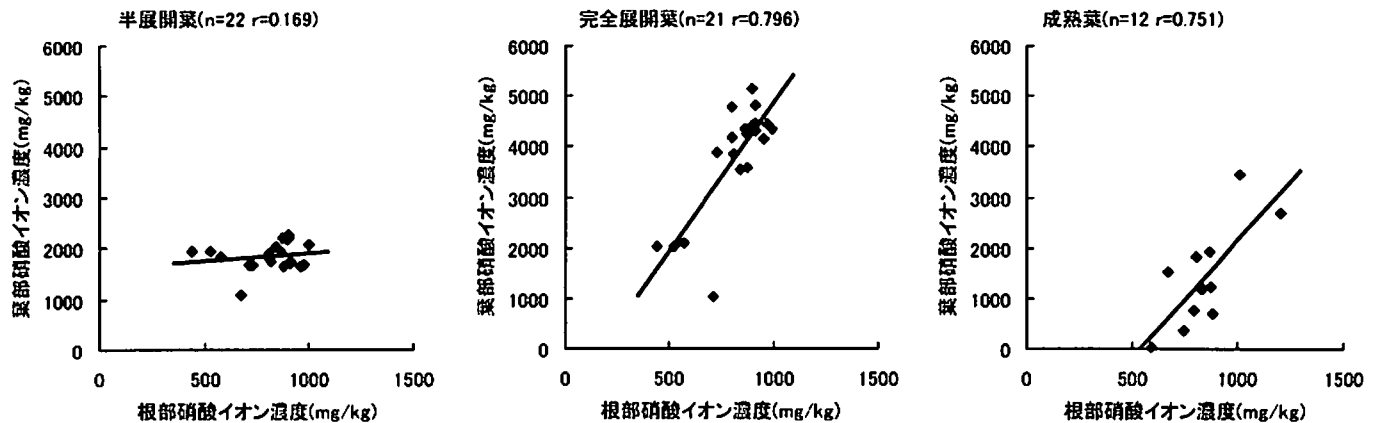
2004年9月21日に播種したダイコン‘冬の浦’で、2004年12月8日(収穫開始期, 平均根重1000gのM~L級ダイコン中心), 同14日, 同20日(収穫最盛期,

平均根重1400gの2L級ダイコン中心)及び2005年1月5日(収穫終了期, 平均根重1600gの3L級ダイコンに達する時期)の4回サンプル採取し, 硝酸イオン濃度を測定したところ, 12月20日収穫のものが若干濃度上昇しているが有意な差ではなく, 3L級に達した1月には12月上旬のレベルに戻っており, 冬どりダイコンの硝酸イオン濃度は, 収穫時の生育ステージによらず, 収穫開始から終了期までほぼ同等であった(第4図)。

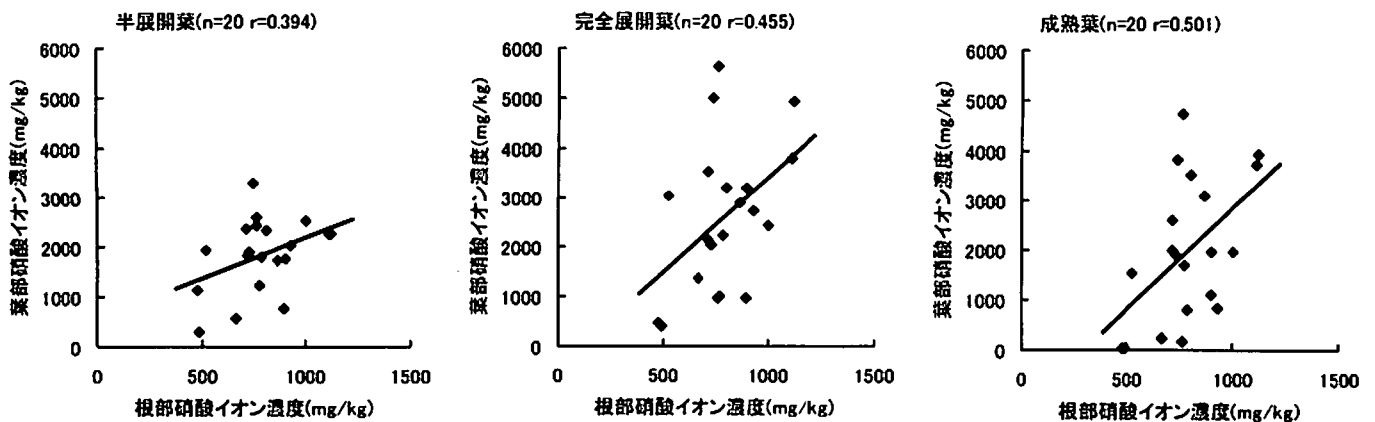


第3図 収穫後の貯蔵日数が根部硝酸イオン濃度に及ぼす影響 (品種‘冬の浦’, 2002年9月24日播種, 2003年1月24日収穫)

第4図 在圃日数の違いがダイコンの根部硝酸イオン濃度に及ぼす影響 (品種‘冬の浦’, 2004年9月21日播種)



第5図 葉令別の葉部硝酸イオン濃度と根部硝酸濃度の相関 (品種: 冬の浦, 9月21日播種) 12月8日調査, 調査株の平均根部硝酸イオン濃度: 867mg/kg, 平均根重: 1003g



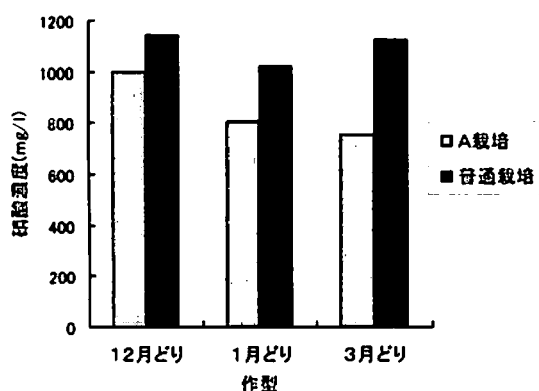
第6図 葉令別の葉部硝酸イオン濃度と根部硝酸イオン濃度の相関 (品種: 冬の浦, 9月21日播種) 1月5日調査, 調査株の平均根部硝酸イオン濃度: 764mg/kg, 平均根重: 1575g

#### 4. 葉部硝酸イオン濃度と根部硝酸イオン濃度との相関

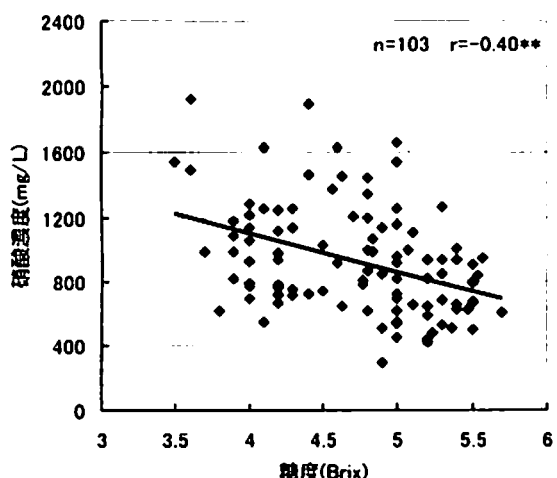
葉身及び葉柄基部 10cm の硝酸イオン濃度と、根部硝酸イオン濃度との相関を見ると、根重 1000g 程度の L 級ダイコンでは、完全展開葉または成熟葉の硝酸イオン濃度と、根部硝酸イオン濃度との相関が高かった(第 5 図)。在圃期間が長くなり、根重 1600g 程度の 3L 級ダイコンにまで成長すると、葉部の硝酸イオン濃度の固体差が大きくなり、葉部と根部の相関が低下する傾向が見られた(第 6 図)。

#### 5. 現地ダイコンの硝酸イオン濃度

A グループ農家が栽培した A 栽培と普通栽培によるダイコンでは、根部硝酸イオン濃度に違いが見られ、いずれの作型においても A 栽培のほうが硝酸イオン濃度が低かった(第 7 図)。とくに播種から収穫までの期間が他の作型よりも長い 3 月どり栽培で、その差が大きかった。また、硝酸イオン濃度と糖度の間には負の相関が見られ、硝酸イオン濃度の低いダイコンは糖度が高い傾向が見られた(第 8 図)。



第7図 A栽培と普通栽培で栽培した現地ダイコンの硝酸イオン濃度



第8図 現地ダイコンの硝酸イオン濃度と糖度(Brix)との相関

## 考 察

### 1. 施肥の影響

ダイコンの総窒素施肥量を 10kg/10a まで減じても収量の低下は見られなかった。平成 16 年版神奈川県施肥基準では、三浦半島の 12 月から 1 月どりダイコンの窒素施肥量は 17kg/10a であり、施肥基準の 4 割減肥が可能であることが示された。またこのとき、ダイコンの食用部である根部硝酸イオン濃度は、これまでに報告された葉身、葉柄を食用部位とする葉菜類における結果(伊達ら 1980, 建部ら 1995, 松本ら 1999)と同様に、窒素施肥量を減じることにより低下させることが可能であり、基肥の種類がほかしであるか化成肥料であるかは、根部硝酸濃度に影響を与えなかった。すなわち、ダイコンの硝酸濃度には、肥料の種類よりも施肥量が影響を及ぼすことが、本実験の結果から明らかになった。

### 2. 収穫の時間帯及び収穫後の貯蔵の影響

収穫の時間帯(朝, 昼, 夕)の違いはダイコンの硝酸イオン濃度に影響を及ぼさなかった。「野菜の硝酸イオン低減化マニュアル(2006)」によれば、ハウレンソウを夕方収穫することにより、朝の収穫に比べて硝酸イオン濃度が 15%程度低下すると記載されている。これは硝酸還元反応が盛んに行われる葉身を食用部位とするハウレンソウは、光合成が盛んな昼間に硝酸還元反応が進行し硝酸イオン濃度が低下するためである。これに対して根部を食用とするダイコンでは、葉菜類で見られるような日変化が見られなかった。

貯蔵中の硝酸イオン濃度の変化については、ダイコンを約 8℃で 11 日間貯蔵することにより、硝酸イオン濃度がやや増加した。これまでの報告によると、ハウレンソウを室温(約 21℃)で保存した場合は、硝酸還元反応が進み 8 日目に硝酸イオン濃度は低下するが、冷蔵保存した場合には硝酸イオン濃度はやや増加している(Phililips, 1968)。また酒向ら(1998)によればタアサイを 25℃で保存した場合は硝酸イオン濃度に変化は見られなかったが、8℃で冷蔵保存すると、硝酸イオン濃度が 7 日目にやや増加している。このように野菜を低温貯蔵することにより、硝酸イオン濃度がやや上昇するという研究報告がある。酒向ら(1998)はタアサイの有機態窒素が低温貯蔵中に無機化して硝酸イオン濃度が上昇する可能性があると考えしているが、このような低温貯蔵中に起こる植物体内の窒素の形態変化については、今後さらに検討する必要がある。

### 3. 生育ステージの影響

野菜の生育ステージと硝酸イオン濃度との関係は、野菜の硝酸イオン低減化マニュアル(2006)によれば、ハウレンソウ、チンゲンサイ、キャベツ(年内どり)等の葉菜類は、生育ステージが進んだ時期に収穫することにより、硝酸イオン濃度のより低い作物の収穫が可能であるとされている。本研究の冬どりダイコンの場合は、根重 1000g に達し収穫を開始した 12 月上旬と、根重 1600g に達し収穫を終了した 1 月上旬で、硝酸イオン濃度に変化は見られないという結果であった。このように根部を食用部位とするダイコンでは、これまでの葉菜類で報告された結果とは異なり、収穫の時間帯や生育ステージの違いは、収穫物の硝酸イオン濃度に大きな影響を与えないことが明らかになった。

### 4. 葉身硝酸イオン濃度による根部硝酸イオン濃度の予測

根重 1000g 程度の L 級ダイコンでは、完全展開葉または成熟葉の葉柄硝酸イオン濃度と根部硝酸イオン濃度との相関が高く、葉柄硝酸イオン濃度から根部硝酸イオン濃度を推定することが可能であった。葉柄基部 10cm の硝酸イオン濃度から根の硝酸イオン濃度を推定することが可能であり、出荷前のダイコンの葉をサンプリングすることで、根の硝酸イオン濃度の予測に活用できる。ただし、在圃期間が長くなり、根重 1600g 程度の 3L 級にまで肥大すると、相関がやや低下するので注意が必要である。

### 5. 現地ダイコンの硝酸イオン濃度

国内の市販ダイコンの硝酸イオン濃度については、五訂増補日本食品標準成分表(文部科学省 2005 [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/05031802.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/05031802.htm))によれば、生鮮根 100g あたりの硝酸イオン含有量は 0.1g とされている。また伊達ら(1980)によれば、東京都産の秋どりだいこんの硝酸イオン濃度は 1500 ~ 2000mg・L<sup>-1</sup>、宮崎(1977)によれば、海外のダイコンは 300 ~ 2000mg・L<sup>-1</sup> と幅がある。三浦半島地区の A グループのダイコンは 800 ~ 1200mg・L<sup>-1</sup> であり、既存データの範囲内であった。

栽培法による硝酸イオン濃度の違いを見ると、A 栽培と普通栽培では違いが見られ、とくに栽培期間が長く追肥の回数や量が多くなる 3 月どり栽培で、その差が大きくなった。前出ら(2005)は三浦半島の有機栽培農家と慣行栽培農家で生産した冬どり青首ダイコンの品質を比較した結果、収穫したダイコンの硝酸イオン濃度は有機

第 6 表 現地農家の追肥窒素施用量と根部硝酸イオン濃度の例(2004 年調査)

作型	栽培	追肥窒素施用量 (kg/10a)	根部硝酸イオン濃度 (mg・L <sup>-1</sup> )
12 月どり	A 栽培	7	1284
	普通栽培	14	1923
1 月どり	A 栽培	5	659
	A 栽培	3	807
3 月どり	普通栽培	17	1091
	A 栽培	19	924
	普通栽培	36	1539

栽培、慣行栽培には関係なく、施用した窒素量に影響されることを報告している。また試験 1 の結果によれば硝酸イオン濃度には、追肥施用量の影響が大きかった。そこで農家の施肥の実態の聞き取り調査を 2004 年産ダイコンについて行った。ところが各農家ごとに使用資材や施用量は極めて多種多様であり、また各農家の使用したぼかし堆肥やその他資材中の成分濃度も多くの場合不明であった。このため A 栽培と普通栽培の窒素施肥量の計算は困難で、基肥を含めた施肥の影響は十分に解明できなかった。しかし、この中で追肥窒素成分量が判明した一部の農家について、追肥窒素量と根部硝酸イオン濃度について第 6 表に例示した。これによると一部の例ではあるが、A 栽培は追肥窒素量が少なく、このために硝酸イオン濃度が低いことが推察された。

### 総合考察

場内試験や現地農家の調査結果を総合すれば、ダイコンの根部硝酸イオン濃度に最も影響を及ぼす要因は、施肥量、とくに追肥の施肥量であり、基肥の種類、すなわち有機物主体のぼかしを利用したか、化成肥料を基肥に利用したかは、根部硝酸濃度に影響を及ぼさないことが明らかとなった。ダイコンの硝酸濃度を低減させるためには、追肥の減肥が最も有効であり、本試験の結果では、追肥の量を 4kg/10a にまで減じても収量を低下させることなく、ダイコンの硝酸濃度を低減させることが可能であった。

また、硝酸同化が盛んに行われる葉部を食用とするハウレンソウ等の葉菜類における結果とは異なり、収穫の時間帯や収穫時の生育ステージは、根部を食用部位とするダイコンの硝酸濃度には影響を及ぼさないことも明らかになった。ハウレンソウで有効とされるタどりは、ダイコン硝酸濃度低減には効果がないことが明らかになった。



## 引用文献

- J. L'Hirondel・J-L. L'Hirondel. 2002. 硝酸塩は本当に危険か (越野正義訳). 農文協. 東京
- 松本真悟・阿江教治・山縣真人. 1999. 有機質肥料の施用がホウレンソウの生育および硝酸, シュウ酸, アスコルビン酸含量に及ぼす影響. 日本土壌肥科学雑誌. 70 : 31-38
- 前田良之・五十嵐大造. 2005. 有機栽培農家と慣行栽培農家の土壌化学組成および収穫したダイコン (*Raphanus sativus* L.) 品質の比較. 人間と環境. 31 : 2-10
- 宮崎昭. 1977. 食品中の硝酸塩についての諸問題. 食品衛生研究. 27 : 45-58
- Phillips E. J. 1968. Changes in the nitrate and nitrite contents of fresh and processed spinach during storage. *Journal of agriculture and food chemistry*. 16 : 88-91
- 酒向史代・森悦子・渡部博之. 1998. 市販中国野菜の硝酸, 亜硝酸の保存および加熱調理による変化. 日本調理科学会誌. 31 : 46-50
- 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, シュウ酸含有率に与える影響. 日本土壌肥科学雑誌. 66 : 238-246
- 伊達昇・米山徳造・都田鉦志・加藤哲朗. 1980. 野菜の硝酸根蓄積に及ぼす肥培管理の影響. 東京都農業試験場研究報告. 13 : 3-13
- 野菜茶業研究所. 2006. 野菜の硝酸イオン低減化マニュアル. 野菜茶業研究所. つくば