

栽培条件がダイコン搾汁液中のイソチオシアネート含量に及ぼす影響

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
著者	石井, 現相 西條, 了康
巻/号	56巻3号
掲載ページ	p. 313-320
発行年月	1987年12月

栽培条件がダイコン搾汁液中のイソチオシアネート 含量に及ぼす影響¹

石井 現相・西條 了康

野菜試験場 514-23 三重県安芸郡安濃町

Effect of Season, Soil Type, Sulfate Level, Mulching and Plant Density on Isothiocyanate Content in Radish Root Juice (*Raphanus sativus* L.)

Gensho ISHII and Ryoyasu SAJIO

Vegetable and Ornamental Crops Research Station, Anochi, Mie 514-23

Summary

The effect of various cultural conditions on the ITC (isothiocyanate content) of radish root juice was investigated.

1. ITC decreased with days after sowing. The roots harvested in early summer contained a higher level of ITC than those harvested in autumn.
2. ITC was higher in radish roots grown in alluvial soil than in those grown ando soil.
3. One radish plant in a pot was treated at 5 different sulfate concentrations in nutrient solution. ITC in the roots increased linearly with increasing sulfate levels in pots filled with vermiculite. Chlorosis and slight curling of younger leaves---symptoms of sulfur deficiency---appeared when pots contained zero or 0.1 mM sulfate.
4. Mulching treatment with plastic film increased ITC in roots.
5. Planting density did not affect ITC in roots.

緒 言

ダイコンは日本の野菜生産量の中で第1位を占め、生食、煮物及び漬物加工用に利用される。また近年、消費者の高品質野菜に対する要望が高まり、ダイコンについても利用用途別に品質構成要素を明らかにし、科学的な品質評価法を確立しようとする試みがなされている。

ダイコンの品質構成要素は多数あるが(19)、生食用ダイコンでは辛味の程度が重要な要素となっている。ダイコンの辛味成分は、含硫配糖体(グルコンノレート)が組織の破壊と同時に共存する α -アスコルビン酸の活性化によりミロシナーゼ反応が進むことにより、生成するイソチオシアネート類とされている(6)。

ダイコンのイソチオシアネートの主体は Friis と Kjaer(8) によってトランス-4-メチルチオ-3-ブテニルイソチオシアネート ($\text{CH}_3\text{SCH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{NCS}$) と同定され、その後 Kjaer ら(12)や Carlson ら(2) によって詳細な研究及び品種間差異について広範な検討が行われ

た。また江崎・小野崎(5)も部位、収穫熟度及び品種間差異などについて報告している。しかし、土性の種類、肥料、作型及びマルチ被覆などとイソチオシアネートの発現との関係についてはほとんど検討されていない。本報告ではダイコン根部におけるイソチオシアネート含量に及ぼす栽培要因の影響を明らかにし、品質向上及び評価に役立てようとした。

材料及び方法

供試材料はポット試験を除き、安濃圃場で昭和58年及び昭和59年の2年間に露地栽培したものである。

試験区の面積は1区5~10 m^2 (うね幅1 m ×長さ5~10 m)で、栽植密度は条間40 cm ×株間25 cm の2条植えを標準とし、1 m^2 当たり8本とした。施肥については第1表に示すとおりで、肥料試験は別に記載した。

1. ダイコン搾汁液中のイソチオシアネート 含量の比色定量法

第1図に示した江崎・小野崎(5)の方法に準じて比色定量した。イソチオシアネート含量は、予め作成したア

¹ 1985年12月21日 受理

新鮮ダイコン（縦割にした 1/2 片～1/16 片）
 ↓ おろし金付カッターで磨砕
 2層ガーゼで搾る
 搾汁液（約 25～50ml を採取）
 ↓ 100ml 三角フラスコあるいは共栓付試験管に密栓し
 て 30°C で 30 分間静置
 （イソチオシアネートの生成）
 ↓ 5ml 採取
 イソチオシアネート溶液（5ml）
 ↓ ←20ml EtOH-NH₄OH（39：1，v/v）を加える。
 30°C で 60 分間静置
 （チオウレアの生成）
 ↓ チオウレア溶液（25ml）
 ↓ ←1ml 50% 酢酸を加える
 濾過（東洋濾紙 No.5C）
 ↓ 1ml 採取
 中和されたチオウレア溶液（1ml）
 ↓ ←4ml 改良グロート試薬（25 倍希釈）を加え、37°C
 で 45 分間静置
 600 nm の吸光度を測定
 第 1 図 イソチオシアネート比色定量法

リルチオウレアの検量線（0.05 mg 及び 0.1 mg/1 ml 75% エタノール）から次式によりアリルイソチオシアネートを計算した。イソチオシアネート含量 (mg/100 g 搾汁液) = アリルチオウレア含量 (mg/ml) × 26/5 × 99/116 × 100

この方法により 10 本のダイコン（品種‘八洲’の生育中庸なもの、平均根重は 956 ± 207 g）のイソチオシアネート含量を定量したところ、その変動係数は 14.1% で根重の変動係数 21.6% に比べて小さく、十分信頼できるものと認められた。

一般に 1 処理区の測定値の総平均 (\bar{x}) の 95% 信頼区間の幅を、平均値の 20% 内に収めるために必要な試料数 (n) は $t(n-1, 0.05) \times S\bar{x} / \sqrt{n} \leq \bar{x} \times 0.2$ で求められ、イソチオシアネート含量については $S\bar{x}/\bar{x} = 0.141$ を代入すると、 $n=5$ 以上の値が得られた。ここで $t(n-1, 0.05)$ は t 分布の自由度 $n-1$ 、危険率 5% における値、 $S\bar{x}$ は標準偏差を表わす。同様に \bar{x} の 10% 以内に 95% 信頼区間の幅を収めるためには $n=10$ 以上の値が必要であったが、ここでは多数の試料を分析する必要から、1 処理区の代表として $n=5$ 本を採用した。

2. 収穫時期の違いがイソチオシアネート含量に及ぼす影響

‘夏みの早生 3 号’・‘耐病総太り’・‘平安時無’を昭和 59 年 4 月 25 日播種し、収穫を発芽後 37 日から 51 日まで 4～5 日おきに分けて行った。分析試料は各品種の試験区 5 m² から 5 本、10 m² から 5 あるいは 10 本を供試した。

3. 作型（春まきと晩夏まき）の比較

‘夏みの早生 3 号’・‘耐病総太り’を昭和 59 年春まき（4 月 25 日播種）及び晩夏まき（8 月 31 日播種）し、収穫日において、す入りの発達が少なく、かつ平均根重がほぼ等しいものについて両作型間のイソチオシアネート含量の比較を行った。分析試料は春まきの‘夏みの早生 3 号’について 10 本、その他は 5 本を供試した。試験区面積は 5 あるいは 10 m² とした。

4. 土性（黒ボク土と沖積土）を変えた栽培

11 品種（‘平安時無’・‘夏みの早生 3 号’・‘耐病総太り’・‘若駒’・‘天安紅心’・‘江都青長’・‘八洲’・‘聖護院大丸’・‘方領’・‘大蔵’・‘おふくろ’）を供試して、黒ボク土と沖積土に昭和 59 年 8 月 31 日播種し、普通栽培した。それぞれの品種について、播種後日数を同一にして収穫し、イソチオシアネート含量の両土壌間における比較を行った。以下の実験においても、すべて収穫期を同一にして比較を行った。分析試料は各品種について黒ボク土 5 m²、沖積土 8 m² から、それぞれ 5 本を供試した。

5. 肥料試験

1) 硫酸イオウ供給量を変えた栽培（ポット試験）

‘夏みの早生 3 号’を供試した。1/2000 a 合成樹脂製ポットの底にエア・ストーンを設置して、脱塩水で湿めさせたパーミキュライト 8 kg を詰め、ゆるやかに通気しながら第 2 表に示す培養液組成で、イオウ供給濃度を 5 段階（0, 0.1, 0.5, 1, 2 mM）に変えて、ガラス室で栽培した。昭和 60 年 4 月 19 日播種、5 月 14 日間引きし

第 1 表 施肥時期と施肥量

年次	作型	施用時期		基肥 (kg/a)					追肥 (kg/a)	
		基肥	追肥	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	パー ク堆肥	炭酸苦 土石灰	N	K ₂ O
昭和 58 年	春まき	4月21日	5月18日	1.5	1.5	1.5	200	0	0.5	0.5
	晩夏まき	8月23日	9月13日, 10月7日						0.5*	0.5*
昭和 59 年	春まき	4月23, 24日	5月22日	1.5	1.5	1.5	200	10	0.5	0.5
	晩夏まき	8月29日	9月28日, 10月16, 17日						0.5*	0.5*

基肥：くみあい化成 8 号（8-8-8） *：晩夏まきのみ施用（2 回）

追肥：くみあい苦土尿素入り窒素加里化成 4 号（14-0-14）

てポット当たり1株とし、6月17日に収穫した。

培養液の供給は、蒸留水で所定の濃度に希釈した液を毎回ポット当たり1l、4月19日から6月15日の間に合計11lを与え、収穫前の1回のみ、全ポットにイオウ欠除液を与えた。また蒸留水の供給は栽培期間中、ポット当たり1lずつを7回にわたって合計7lを適宜、与えた。なお、各イオウ濃度処理のポット数はイオウ無供給区のみ1区1個体で、他の濃度処理区は各2個体とした。

分析試料の調製は根部を水洗後、茎葉部と分け、それぞれの新鮮重を計量し、根部は更に縦割に4等分した1片をイソチオシアネート含量測定用、残りの2等分した1片を真空凍結乾燥後、粉碎して全窒素と全イオウ測定用の試料とした。茎葉部については真空凍結乾燥後、粉碎して根部と同様に元素分析用とした。

2) 無肥料及び硫酸根肥料追肥栽培(圃場試験)

‘夏みの早生3号’・‘四月早生’・‘平安時無’について第3表に示す肥料設計で、各処理のイソチオシアネート含量に及ぼす影響を検討した。昭和58年4月21日黒ボク土に播種、6月14日と15日に収穫した。分析試料は各品種の各処理区の5m²から、それぞれ10本を供試した。

6. ポリマルチ被覆栽培

‘夏みの早生3号’・‘耐病総太り’・‘若駒’・‘平安時無’を昭和59年8月31日播種、11月8日収穫して供試し

た。ポリマルチ被覆栽培は黒ボク土に施肥かくはん後、黒色ポリフィルム(三菱油化幅135cm、厚さ0.03mm)で土壌を被覆し、ローラーで植え穴(直径9cm)を作り、栽培した。分析試料は各品種の各処理区5m²から5本を供試した。

7. 栽植密度を変えた栽培

‘夏みの早生3号’・‘耐病総太り’を供試して、栽植密度を2あるいは3段階(条間を40cmの一定に対して、株間を15,20,25,40cm)に変えて、イソチオシアネート含量に及ぼす影響を検討した。分析試料は春まき(昭和59年4月25日)の‘夏みの早生3号’を1処理区10m²から10本、晩夏まき(昭和59年8月31日)の‘夏みの早生3号’・‘耐病総太り’を1処理区5m²から5本を供試した。

なお、1処理区を代表する試料はダイコン5本1組を分析試料の1点とした。試料調製は茎葉を除き、水洗後、側根を取ったものについて、収穫期の根重の大きさに応じて、中心柱に沿って縦割に2~16等分した1片を5本まとめて1組とし、これを前述の器具で磨砕混合して比色定量した。

全窒素及び全イオウ含有率の測定は、前者は乾燥粉末試料を常法によりサリチル硫酸分解後、ケルダール法で求め、後者は湿式分解後、Tabatabaiら(18)の比濁法に準じて、硫酸バリウムのゼラチン溶液中の濃度を470nmで比色定量し、求めた。

第2表 ポット試験用の培養液組成

基本培養液			濃度処理培養液		
要素	使用塩	濃度	要素	使用塩	濃度
N	KNO ₃ , Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O, NH ₄ H ₂ PO ₄	12.2mM	S	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	0
P	NH ₄ H ₂ PO ₄	0.7mM	S	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	0.1mM
K	KNO ₃	10.0mM	S	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	0.5mM
Ca	Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	1.5mM	S	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	1.0mM
Mg	MgCl ₂ ·6H ₂ O	1.0mM	S	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	2.0mM
Fe	FeC ₆ H ₅ O ₇ ·5H ₂ O	2.0ppm			
Mn	MnCl ₂ ·4H ₂ O	0.2ppm			
B	H ₃ BO ₃	0.2ppm			

第3表 肥料処理の設計

処 理	基 肥 (kg/a)				追 肥 (kg/a)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	パーク堆肥	N	K ₂ O	SO ₃
無肥料区	0	0	0	200	0	0	0
標準区*	1.5	1.5	1.5	200	0.5	0.5	0.8
硫酸根肥料追肥区†	1.5	1.5	1.5	200	0.5	0.5	2.0

*: 第1表の肥料と同じ

†: 基肥は第1表の肥料と同じ、追肥は硫加と硫安で施用
基肥は4月21日、追肥は5月18日に施用

結果及び考察

1. 収穫時期の違いがイソチオシアネート含量に及ぼす影響

第2図に‘夏みの早生3号’・‘耐病総太り’・‘平安時無’の収穫時期とイソチオシアネート含量との関係を示した。いずれの品種とも収穫時期が遅くなるに従って、根重は増加し、イソチオシアネート含量は漸減する傾向があった。これは江崎・小野崎(5)が報告している傾向とよく一致した。

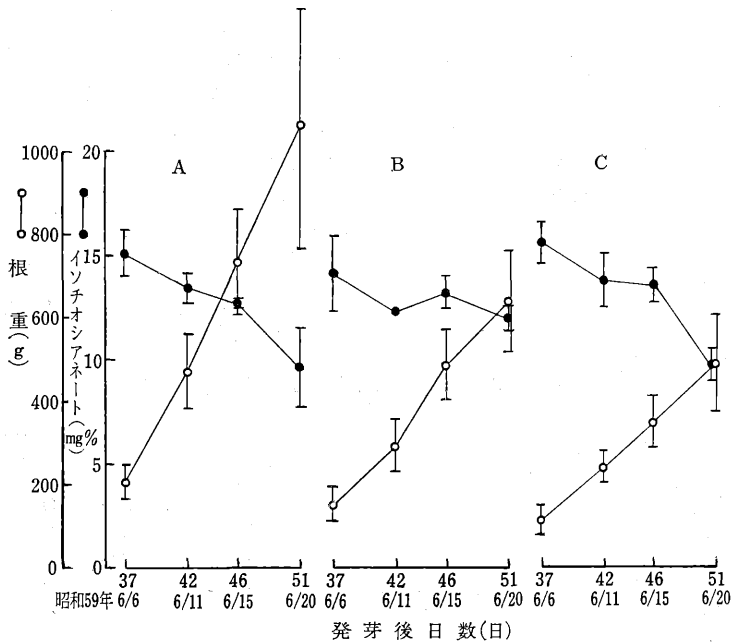
2. イソチオシアネート含量の作型間比較

春まきと晩夏まき栽培し、根重がほぼ同じ大きさに達した段階での‘夏みの早生3号’(平均根重 750g 前後)と‘耐病総太り’(平均根重 1000g 前後)のイソチオシアネート含量を比較した(第4表)。その結果、両品種と

もイソチオシアネート含量は、春まきが晩夏まきよりも高かった。両作型で、ほぼ同一平均根重に達した発芽後日数を比較すると、春まきが秋まきよりも約2週間早めに到達し、その時の茎葉重は春まきが晩夏まきよりも大きく、積算有効光合成放射量はほぼ同じであった。

春まき栽培は長日と高温に向うため、晩夏まきの短日と低温に向う条件下に比べて根の肥大が早いものの、含糖量がより低く(9)、Top/Root比はより大きかった。

Neil と Bible(13)もダイコン根部のSCN⁻イオン含量について4月29日から8月24日まで5回に分けて播種を行い、測定した結果、4月29日播種の含量は、それよりも後に播種したものより、有意に高含量であったとしている。しかし、この原因が何に由来するか不明であると述べている。また Chong と Bible(3)は Top/



第2図 ダイコンの収穫時期の違いがイソチオシアネート含量に及ぼす影響
品種：A 夏みの早生3号, B 耐病総太り, C 平安時無

第4表 根重がほぼ同一に達した段階での作型間のイソチオシアネート含量の比較

品 種	作 型	発芽後日数	根重 ² (gFW)	茎葉重 ² (gFW)	積算光合成有効放 射量 ³ (cal/cm ²)	イソチオシアネ ート ⁴ (mg%)
夏みの早生3号	春まき	46	733±126	587	9,037.3	12.7
	晩夏まき	61	788±195	312	9,194.7	9.1
耐病総太り	春まき	56	998±128	574	10,258.6	13.6
	晩夏まき	68	1,008±182	400	9,947.4	7.5

² ‘夏みの早生3号’の春まきのみ10本、その他は5本の平均と標準偏差

³ 発芽後から収穫前日までの積算値(野菜試験場安濃気象表より)

⁴ 搾汁液 100g 中の mg 数

第5表 黒ボク土と沖積土で栽培したダイコンのイソチオシアネート含量の比較

品 種	収穫期	黒 ボ ク 土			沖 積 土		
		イソチオシ アネート (mg%)	根 重 (gFW)	乾物率 (%FW)	イソチオシ アネート (mg%)	根 重 (gFW)	乾物率 (%FW)
平 安 時 無	11月5日 (発芽後61日)	11.9	393±26	6.56	14.8	479±73	6.23
夏みの早生3号		9.1	778±195	5.91	11.2	793±125	6.32
耐病総太り		11.0	809±184	6.55	18.9	664±136	6.96
若 駒	11月19日 (発芽後75日)	16.0	644±70	7.02	22.2	501±70	7.53
天 安 紅 心		8.7	655±111	8.31	10.5	665±79	8.80
江 都 青 長		9.3	586±97	7.74	9.5	581±143	8.34
八 洲	11月26日 (発芽後82日)	5.8	1,254±260	5.53	8.4	1,024±152	6.09
聖護院大丸		5.1	1,031±299	5.59	7.5	767±111	6.14
方 領		8.8	705±152	5.62	8.8	840±144	5.70
大 蔵	11月26日 (発芽後82日)	8.1	1,579±302	5.37	8.8	1,420±208	5.36
お ぶ く ろ		9.6	1,829±473	5.56	12.7	1,274±290	6.11
平 均		9.4±2.9	933±447	6.34±0.99	12.1±4.7	819±306	6.69±1.10

Root 比とダイコン及びカブの根部チオシアネート含量の関係調べ、両者の間には品種間だけでなく、同一品種の播種日の異なるもの間でも高い正の相関関係があると報告し、葉が本物質の前駆体の生合成部位である可能性を強調している。

以上のように、春まきが晩夏まきよりもイソチオシアネート含量が高かった原因は必ずしも明確ではないが、春まきは発芽後日数が短いうちに適期収穫するため、生理的な齢が晩夏まきよりも若く、全糖含量がより低いために、相対的にイソチオシアネート含量が高くなることが一因と考えられる。

3. 土性の種類(黒ボク土と沖積土)とイソチオシアネート含量

黒ボク土と沖積土で栽培した11品種のダイコンについて、収穫時期を同一にしてイソチオシアネート含量の比較を行った(第5表)。両土壤間で、生育速度にも差が

第6表 黒ボク土と沖積土の浸透水量及び硫酸イオウ残存量の比較

	黒ボク土	沖積土
浸透水量 [*] (ml)	260	140
SO ₄ ²⁻ -S 残存量 [†] (mg/100g 生土)	4.1	13.3

*: 1L メスシリンダーに蒸留水を入れ、垂直に置き、サイフォン管の先端の素焼カップ(6cm×φ18mm)を地面下20cmの深さに埋没させ、23時間(10月25~26日、晴天)で減量した水容積

†: 土壤表面(0.25m²)・硫酸(N1.5, SO₄0.9kg/a)を散布、攪拌して一週間放置後(降雨量4.5mm)、同区画の土壤を採取して分析し、硫酸散布前の分析値を差し引いた。イオウ抽出は鈴木(17)の用いた方法を一部改変して行い、硫酸イオンは Tabatabai と Brønner(18)に準じて測定。

あり、収穫時期を同じにした場合、根重に差があったが、イソチオシアネート含量はほとんどすべての品種で沖積土の方が高かった。また乾物率も沖積土の方が高い傾向が認められた。

この原因は土壤の性質の違いに由来すると考えられる。すなわち、沖積土は一般に粘土成分を多く含むため、晴天が続くと表面が乾燥しやすく、固結する性質がみられた。また沖積土は黒ボク土に比べて、降雨などによる下方向への浸透水量が少なく、施与した硫酸根の流亡も少ない結果が得られた(第6表)。Juら(11)はタイプの異なる土壤にカブとルタバガを栽培し、有機質土壤の方がローム質土壤よりも揮発性イソチオシアネート含量が高いことを認め、土壤分析の結果ではイオウ含量が有機質土壤で約5倍の値を示した。これらは土性の違いがイオウ供給量に差異をもたらすために、その結果、イソチオシアネート含量にも差異が生じるものと推定された。

品種間差異については抽根性の劣る、つまり、吸い込み型の‘若駒’・‘おぶくろ’と抽根性のある‘平安時無’・‘耐病総太り’が比較的高く、‘聖護院大丸’・‘八洲’が低い傾向を示した。今後、グルコシノレートの種類間差異について詳細に検討する必要がある。

4. 硫酸根のイソチオシアネート含量への影響

ポット試験でイオウ供給量の多い区ほどイソチオシアネート含量は高く、両者の間にはほぼ正比例の関係が認められた(第7表)。根重はイオウ欠除区と0.1mM区で明らかに低下し、両区の茎葉及び根中のイオウ含有率(%DW)は約0.010%以下であった。また茎葉の外観は緑色が淡く、小型化し、若葉の葉縁部から黄色を帯

び、葉数の発生もイオウ供給 2mM 区に比べ、少なかった(第3図 AB)。一方、茎葉及び根中の窒素含有率はイオウ供給量の少ない区ほど、高い傾向を示した。従って、N/S 比はイソチオシアネート含量が高いほど低かった。

これはS欠乏植物では蛋白質の合成能が低下し、体内に非蛋白態あるいは可溶性有機態窒素(例えば遊離アミノ酸のアルギニンなど)が増加するため(4, 17), N/S 比が正常な植物よりも高くなると考えられる。

ダイコン根部に含まれるグルコシノレートは、その分子中にイオウ原子が3個あり、分子量の約 20% を占め

る。このため、本物質の根部での蓄積には植物体のイオウ代謝が密接に関連し、培地中の硫酸イオンレベルの多少がイソチオシアネート含量に影響を与えられられる。

Freeman と Mossadeghi(7) はダイコンについて培養液の硫酸イオン濃度を6段階に変えて砂耕栽培し、根の香氣成分の官能検査及び GC 法で溶媒抽出の揮発性成分との関係を調べた。その結果、イオウ濃度が増加するに伴い、香氣成分は強くなり、GC のピーク面積も大きくなることを報告している。本実験の結果もイオウ栄養のイソチオシアネート含量に対する重要性を裏付けて



第3図 ダイコンの茎葉部のイオウ欠乏症状(‘夏みの早生3号’)
 A: 正常 (S供給濃度 2mM)
 B: イオウ欠乏症状 (S供給濃度 0.1mM 以下)

第7表 硫酸根イオウ供給濃度がイソチオシアネート含量、S及びN含有率に及ぼす影響(ポット試験)

S濃度 (mM)	イソチオシ アネート (mg%)	根重 (gFW)	茎葉重 (gFW)	根		茎葉	
				S (%DW)	N	S (%DW)	N
0	2.6	352	63	0.011	3.20	0.009	3.30
0.1	3.3±0.1	532	130	0.010	2.79	0.010	3.43
0.5	9.9±0.2	604	188	0.201	2.27	0.012	3.40
1.0	15.5±0.7	694	187	0.297	2.13	0.085	3.37
2.0	21.8±0.1	622	219	0.431	2.15	0.258	3.13

第8表 肥料処理がイソチオシアネート含量に及ぼす影響(圃場試験)

品 種	処 理	イソチオシ アネート (mg%)	根 重 (gFW)	茎葉重 (gFW)
夏みの早生3号	無肥料区	18.7±2.3	349±75	145
	標準区	15.4±0.5	706±153	400
	硫酸根肥料 追肥区	13.1±1.4	841±218	470
四月早生	無肥料区	16.5±1.3	385±66	140
	標準区	17.0±1.0	775±130	320
	硫酸根肥料 追肥区	16.3±0.5	858±102	395
平安時無	無肥料区	21.8±1.6	218±64	135
	標準区	17.7±1.6	421±123	330
	硫酸根肥料 追肥区	16.4±1.3	530±101	295

いた。

ダイコンのイオウ欠乏の外観症状は茎葉部において明瞭に認められ、その時のイオウ含有率 (% DW) は約 0.010% 以下にあると推定された。鈴木(17) はハツカダイコンのイオウ欠乏について葉身が小さく、葉面にしわが多くなり、また葉脈及び葉の周縁部にそって赤味を帯びるようになったと記載しており、外観的には本実験の欠乏症とよく似ていた。

圃場試験で無肥料区、標準区、硫酸根肥料追肥区のイソチオシアネート含量に及ぼす影響を比較した結果を第 8 表に示した。収穫時期を同じにしたため、根重は無肥料区 < 標準区 < 硫酸根肥料追肥区の順に高く、イソチオシアネート含量は '夏みの早生 3 号'・'平安時無' で無肥料区が高かった。

これまで経験的に辛味が強くなると言われているのは、窒素不足や栄養不良のダイコン、高温乾燥下の栽培、虫により食害された場合など(10, 15) で、いずれも根肥大にとってストレスとなる条件下である。また筆者ら(14) は無肥料や減肥してダイコンを栽培するとイソチオシアネート含量が高くなる傾向を調べており、ここでの結果とよく一致していると考えられる。更に Bible と Chong(1) はダイコン 2 品種について培養液濃度を変えて水耕栽培し、低い濃度区の方が高い区よりも相対的にダイコン中の SCN^- イオン含量が多いとしている。本実験の結果も無窒素栽培など栄養供給が劣る場合、植物体内の N 含有率が低く、相対的にイオウ含有率が高ま

り N/S 比が小さくなり、ダイコン根中のグルコンノレート含量が相対的に高くなったためと推定される。一方、硫酸根肥料追肥区はイソチオシアネート含量に対しては明らかでなかった。

5. ポリマルチ被覆栽培のイソチオシアネート含量への影響

イソチオシアネート含量、根重ともにポリマルチ被覆栽培すると対照区に比べて高くなる傾向を示した(第 9 表)。

ポリマルチ栽培では露地に比べて地温が上昇し、また降雨による肥料成分の流亡が少なく、土壤水分を一定に保つといわれており(16)、このことがダイコンの肥大生長量を増加させ、根群の発達を促し、硫酸イオンの吸収を多くし、イソチオシアネート含量を高めるものと考えられる。

6. 栽植密度のイソチオシアネート含量への影響

栽植密度が高まると、根重は小さくなったが、イソチオシアネート含量に対してはあまり影響がないと考えられた(第 10 表)。

以上の結果、S 欠乏にみられたように植物体のイオウレベルがイソチオシアネート含量の制限因子として効いて来ない条件下では、根の肥大生長を抑制する要因、例えば無肥料、乾燥、土性の種類などによって含量は高くなり、また根肥大が順調な条件下では収穫時期の早晚、土壤中の硫酸根イオウレベルの多少などが含量の制限因

第 9 表 ポリマルチ栽培によるイソチオシアネート含量への影響

品 種	対 照 区		ポ リ マ ル チ 区	
	イソチオシアネート (mg%)	根 重 (gFW)	イソチオシアネート (mg%)	根 重 (gFW)
夏みの早生 3 号	10.5	928±220	13.0	1,307±216
耐病総太り	10.3	943±306	10.6	1,067±275
若 駒	16.6	697±190	22.5	722±178
平 安 時 無	9.9	526±96	14.0	649±110

第 10 表 栽植密度がイソチオシアネート含量に及ぼす影響

品 種	作 型	栽 植 密 度 (株間, 条間 cm)	イソチオシアネート	根 重
			(mg%)	(gFW)
夏みの早生 3 号	春 ま き	20×40	11.0±0.9	1,071±180
		40×40	12.9±0.1	1,696±308
	晩 夏 ま き	15×40	10.4	813±113
		25×40	8.7	1,315±253
耐病総太り	春 ま き	40×40	8.2	1,717±133
		15×40	6.7	804±105
	晩 夏 ま き	25×40	5.0	1,692±231
		40×40	8.7	1,992±350

子になると考えられる。従ってダイコンの搾汁液中の辛味は、これらの点を考慮すれば栽培技術により制御できる可能性がある。

摘 要

ダイコン根部のイソチオシアネート含量に及ぼす栽培条件の影響を検討し、下記の結果を得た。

1. イソチオシアネート含量は発芽後日数が早いほど高い傾向があった。
2. 春まきと晩夏まき栽培し、根重がほぼ同じ大きさに達した段階でのイソチオシアネート含量を比較したところ、春まきが晩夏まきよりも高かった。
3. 黒ボク土と沖積土で栽培し、収穫時期を同じにしてイソチオシアネート含量を比較すると、後者が前者よりも高かった。
4. 硫酸イオン供給濃度を5段階に変えてポット栽培した結果、イソチオシアネート含量との間にはほぼ正比例の関係がみられた。
5. ポリマルチ栽培はイソチオシアネート含量を増加させる傾向がみられた。
6. 栽植密度の影響はなかった。

謝 辞 試験実施にあたり、有益な御助言をいただいた当場企画連絡室企画科長 小浜節雄氏、ダイコンの品種特性などについて御教示いただいた有種部有種第4研究室室長 芦澤正和氏、トランス-4-メチルチオ-3-ブテニルチオウレアの結晶を分譲していただいた椋山女学院大学家政学部食物科 江崎秀男講師に感謝の意を表します。

引用文献

1. BIBLE, B. and C. CHONG. 1975. Content of thiocyanate goiterogen in radishes as related to nutrient concentration and sulfur nutrition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100: 428—431.
2. CARLSON, D. G., M. E. DAXENBICHLER, C. H. VANETTEN, C. B. HILL and P. H. WILLIAMS. 1985. Glucosinolates in radish cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110: 634—638.
3. CHONG, G. and B. BIBLE. 1974. Relationship between top/root ratio and thiocyanate content in roots of radishes and turnips. *Hort. Science* 9: 230—231.
4. DIJKSHOORN, W. and A. L. VANWIJK. 1967. The sulphur requirement of plants as evidenced by the sulphur-nitrogen ratio in the organic matter. A review of published data. *Plant Soil* 26: 129—157.
5. 江崎秀男・小野崎博通. 1980. 大根中の辛味成分の比色定量法. 栄養と食糧 33: 161—167.
6. 江崎秀男・小野崎博通. 1982. 大根おろし辛味成分の消長について. 家政学雑誌 33: 513—520.
7. FREEMAN, G. G. and N. MOSSADEGHI. 1972. Influence of sulphate nutrition on flavour component of three cruciferous plants: Radish (*Raphanus sativus*), Cabbage (*Brassica oleracea capitata*) and White Mustard (*Sinapis alba*). *J. Sci. Food Agri.* 23: 387—402.
8. FRIIS, P. and A. KAJAER. 1966. 4-Methylthio-3-butenyl isothiocyanate, the pungent principle of radish root. *Acta Chem. Scand.* 20: 689—705.
9. 石井現相・西條了康. 1987. 栽培条件がダイコンの全糖及びビタミンC含量, β -アミラーゼ活性に及ぼす影響. 園学雑. 55: 468—475.
10. 伊藤純吉・田坂耕一郎・前田速雄・大和茂八. 1959. 蔬菜園芸講座 5. 西村周一・杉山直儀編ダイコン p. 28. 朝倉書店. 東京.
11. JU, H. Y., C. CHONG, B. BIBLE and W. J. MULLIN. 1980. Seasonal variation in glucosinolate composition of rutabaga and turnip. *Can. J. Plant Sci.* 60: 1295—1302.
12. KAJAER, A., J. O. MADSEN, Y. MAEDA, Y. OZAWA and Y. UDA. 1978. Volatiles in distillates of fresh radish of Japanese and Kenyan origin. *Agric. Biol. Chem.* 42: 1715—1721.
13. NEIL, L. J. and B. BIBLE. 1972. Thiocyanation (SCN^-) content of hypocotyl-root region of *Raphanus sativus* as affected by environment. *J. Sci. Food Agri.* 23: 1379—1382.
14. 小浜節雄・石井現相. 1984. 栽培条件とダイコンの品質成分(その2) 施肥条件と品質成分変動. 野菜試栽培部年報 11号: 136—137.
15. 斎藤隆. 1983. 蔬菜園芸学 マメ類・根菜・葉菜編. p. 208, 222—223. 農文協. 東京.
16. 嶋田永生. 1980. 野菜の栄養生理と土壌. p. 72—83. 農文協. 東京.
17. 鈴木 皓. 1977. 硫黄栄養が作物のアミノ酸代謝におよぼす影響ならびに作物の硫黄栄養の診断法に関する研究. 農技研報 B 29: 49—106.
18. TABATABAI, M. A. and J. M. BREMNER. 1970. A simple turbidimetric method of determining total sulfur in plant materials. *Agron. J.* 62: 805—806.
19. 野菜試験場編. 1985. 昭和 59 年度 課題別検討会議資料 野菜の品種・栽培条件と品質. p. 75—78.