

## 大根成分に及ぼす植物抽出資材投入栽培法の影響

西村 敬子 榊原 洋子  
(家政学教室) (理科技官)

Effect of Cultivation with the Use of Vegetable-Extract Material  
on the Constituents of Japanese Radish

Takako NISHIMURA (Department of Home Economics)  
Yoko SAKAKIBARA (Department of Sciences)

### I はじめに

地球の温暖化, オゾン層の破壊など地球規模の環境問題の発生が指摘され, また都市化や生活様式の変化に伴うゴミ問題や水質汚濁など, 私たちを取り巻く環境への関心が高まっている。その中で, 自分自身の健康や食生活に不安を抱き, これまでの嗜好優先であった食生活を見直し, 体に害のない食物を摂取しようと, 自然食品や有機栽培野菜, 無農薬野菜が注目されている。

食品とともに摂取した硝酸塩が, 口腔内で唾液と攪拌され, 滞留している間に口腔微生物によって還元されて亜硝酸塩となり, 唾液とともに胃の中に入ることや, 亜硝酸が酸性の条件下で二級アミンと反応すると, 胃癌の原因とされているニトロソアミンを生成するという報告から硝酸・亜硝酸塩に関心が持たれている。

硝酸・亜硝酸塩は食肉製品の発色剤として利用されていることはよく知られており, 発癌性などが問題とされているが, 硝酸塩は野菜にも多く含まれている。そこで, 根菜類である大根の硝酸・亜硝酸塩含有量を測定したところ, 全体量として硝酸塩含有量はかなり多いと言えるが, 部位によって差異があり, 大根の下部, 中部, 上部の順で多く, 植物抽出資材の1つである植物活性酵素を用いて栽培した大根の硝酸塩含有量は少なかった<sup>1)</sup>。

本研究では, 土壌条件を同じにして大根を栽培し, 植物抽出資材の使用による効果を, 大根の生育状況, 大根中の硝酸・亜硝酸塩量, 主要ミネラル含量, 糖度, 遊離アミノ酸量, ビタミンC量より総合的に検討しようとした。

### II 実験方法

#### 1 大根の栽培

本学自然観察実習園にて宮重大根「耐病総太」を栽培し, 実験に供した。

##### (1) 栽培方法

1998年9月10日に播種した。農薬散布, 施肥日など栽培状況は表1及び下記の通りである。

表1 大根の栽培状況

日付	農薬	肥料	植物活性酵素
9/10	◎		
14			◎
16	◎		
21			◎
10/ 2			◎
5		◎(硫安)	
6	◎		◎
9	◎		
13			◎
20	◎		◎
23	◎	◎(化成肥料)	
28			◎
11/ 4			◎
9		◎(硫安)	◎
19			◎
25			◎
12/ 3		◎(化成肥料)	◎
10			◎
17			◎
22			◎
29			◎
1/ 4			◎
8			◎

◎散布実施

植物抽出資材(シーアイコーン:植物活性酵素《伊藤忠アグリビジネス株式会社》)を1万倍に薄めたものを, 晴天の日の10時頃に噴霧器を用いて葉の裏に散布した大根(以下「酵素大根」とする)と散布しない大根(以下「散布なし大根」とする)を栽培した。

肥料として, 化成肥料(くみあい苦土ほう素尿素入り複合燐加安483)と硫酸アンモニウムを用い, 1ア-

ル当たり1kg散布した。

カブラハバチ、キスジノミハムシ、サルハムシの被害が大きかったので、殺虫剤として武田オルトラン(アセフェート粒剤)を用いた。1アール当たり1kg散布した。

## (2) 切り干し大根の作成<sup>2)</sup>

大根の皮をむき、約7cm長さの輪切りにする。スライサー(Original Borner-V-slicer 西ドイツ製 刃:ステンレススチール 本体:プラスチック)で大根の繊維に平行に切削し、網戸の上に均一に広げて並べ、晴天日に風通しのよい所に置いて乾燥させた。乾燥には54時間を要した。

切り干し大根は各成分を測定した生大根と同じ大根で作成し、実験に供した。

## 2 試料の調製及び各成分の測定方法

### (1) 試料の調製

本実験には播種後120日前後の大根を用いた。また前報<sup>1)</sup>で大根中の硝酸・亜硝酸含量を測定したところ、大根を3等分した中部の値が上部、中部、下部の値を平均したものとほぼ同じであったので、本実験では中部を用いることとした。各実験には大根を3本ずつ試料として用いた。

#### ① 生大根の場合

ポリプロピレン製の包丁(京セラ株式会社)を用い大根の中央部から0.5cm厚さの輪切りを採取した。さらに1×1×0.5cmになるように切削し、無作為に5個取り出し、精秤した。その後、各実験にあわせて処理し試料とした。

② 切り干し大根の場合、約0.35gを精秤した切り干し大根に10倍の蒸留水を加え、各実験にあわせて処理し試料とした。

### (2) 硝酸・亜硝酸塩含量の測定

精秤した大根および切り干し大根は、乳鉢でよくすりつぶし、蒸留水を加えて100mlにメスアップした。No.5のろ紙にてろ過し、10倍に希釈した。硝酸・亜硝酸塩量は前報<sup>1)</sup>と同様にイオンクロマトグラフ(日本ダイオネスク株式会社)を用いて測定した。

### (3) 主要ミネラルの測定

硝酸・亜硝酸塩の測定の場合と同様に試料を調製し大根及び切り干し大根に含まれるカリウム・カルシウム・ナトリウム・マグネシウム量をパーソナルイオンアナライザ(PIA-1000 島津製作所)を用いて測定した。

### (4) 糖度の測定

糖度計(齧アタゴ PR-101 Cat.No.3412)を用い、試料の搾汁より、糖度を測定した

### (5) 遊離アミノ酸の測定

生大根の場合、大根中部の形成層まで皮をむき、陶製の卸し金ですり卸した。搾汁の半量の6N塩酸を加

え、沸騰が続くように湯せんで5時間加熱した。加熱後ろ過し、蒸留水で10倍に希釈した。1N水酸化ナトリウムでpH2に調整し、さらにpH2の塩酸で5倍に希釈した。

切り干し大根の場合、8gの切り干し大根に92mlの蒸留水と50mlの6N塩酸を加え、以下は生大根と同様にして試料を作製した。

遊離アミノ酸量は835-50形高速アミノ酸分析計(HITACHI)を用いて、分析した。

### (6) ビタミンC量の測定

硝酸・亜硝酸塩の測定の場合と同様に切削した大根及び切り干し大根に、5%メタリン酸を加えながら乳鉢ですりつぶして試料を作製し、ヒドラジン比色法によりビタミンC量を測定した。

### (7) 顕微鏡観察<sup>3)</sup>

図1に示すように、大根及び酵素大根の中部を切削し、0.01%メチレンブルー溶液に1分間浸漬した。ろ紙を当てて遊離水を除いた後、OLYMPUS製(X-TR型)の顕微鏡を用いて観察し、写真撮影を行った。

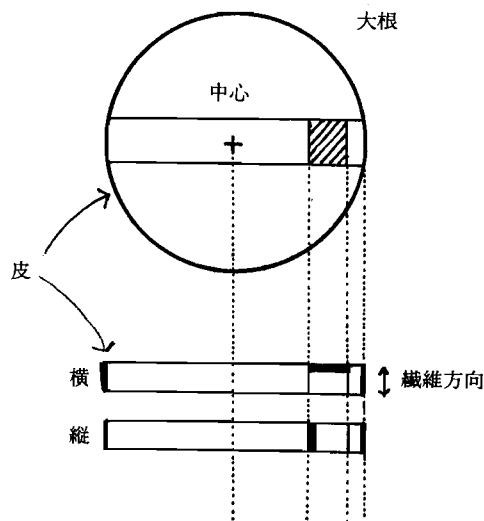


図1 大根の顕微鏡観察部位

## III 結果及び考察

### 1 大根の太さの変化

栽培方法による大根の成長度合いを、葉の付け根より4~5cm下がった位置の太さを測定することにより見た。その結果、図2に示すように、調査を開始した61日目以降、酵素大根と散布なし大根の間に太さについての変化率の差は見られなかった。しかし調査開始時(61日目)に、酵素大根の太さは散布なし大根より20%大きかったので、体積ではさらに大きな差になる。今後は初期の段階から測定する必要があると考える。

### 2 硝酸・亜硝酸塩について

イオンクロマトグラフを用いて大根及び切り干し大

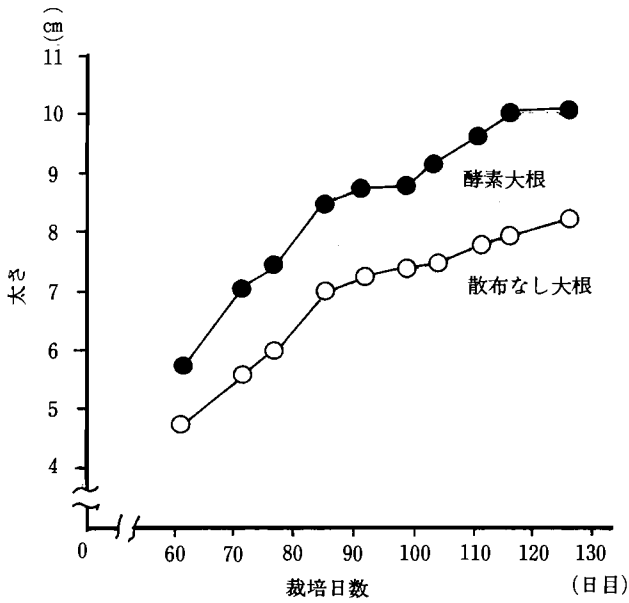


図2 大根の太さの変化

根の硝酸・亜硝酸塩含有量を測定し、乾燥重量当たりの含有量を算出した。

図3, 4に示すように、硝酸塩含量は酵素大根の方が多いが、亜硝酸塩含量は散布なし大根の方が多かった。切り干し大根にすると硝酸塩含量は生の6~9倍に増加した。亜硝酸塩含量は生の $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{4}$ 量であった。

大根は栽培過程で土壌中の硝酸塩を吸収し、硝酸還元酵素により亜硝酸に還元される。さらに亜硝酸還元酵素によってアンモニアに還元され、最終的にはたんぱく質やアミノ酸になって大根が大きくなるが、大根を抜くと時間が経つにつれ、土中にあった場合と反対にアンモニアが亜硝酸、亜硝酸が硝酸と酸化分解が進行する。切り干し大根に加工することで硝酸塩含量が増加し、亜硝酸塩含量が減少したことは、時間経過と

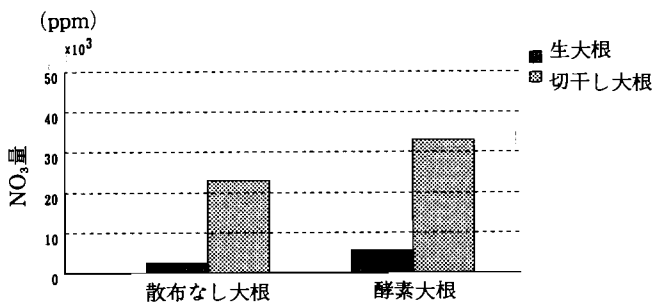


図3 硝酸塩含有量

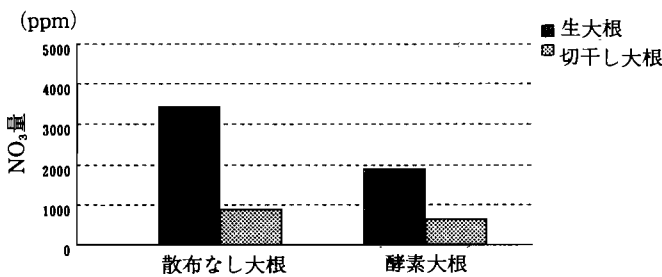


図4 亜硝酸塩含有量

なま物の鮮度との関係とも調和している。

### 3 主要ミネラル含有量について

パーソナルイオンアナライザを用いて、カルシウム、カリウム、ナトリウム、マグネシウムイオンの量を測定し、乾燥重量当たりの含有量を算出した。

#### (1) カリウムの場合

図5に示すように、栽培方法や切り干し大根に加工することによる影響はほとんど見られなかった。四訂食品成分表に示されたように100gあたりで見ると、切り干し大根のカリウム含量は大変多いが、乾燥重量あたりで見るとほとんど差は見られなかった。

#### (2) カルシウムの場合

図6に示すように、散布なし大根よりも酵素大根のカルシウム含有量が多かった。また、散布なし大根は、生大根でも切り干し大根に加工してもカルシウム含量に差は見られなかったが、酵素大根では切り干し大根に加工すると生大根より減少した。

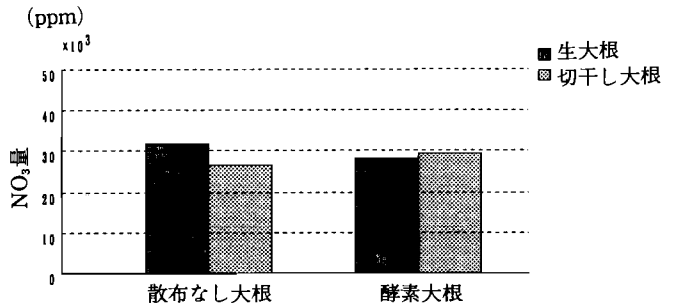


図5 カリウム含有量

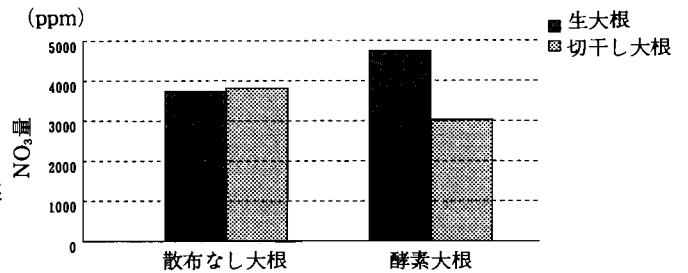


図6 カルシウム含有量

(3) ナトリウムの場合 図7に示すように、生大根では散布なし大根と酵素大根に差は見られなかったが、切り干し大根に加工すると、両者ともに生の $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{4}$ に

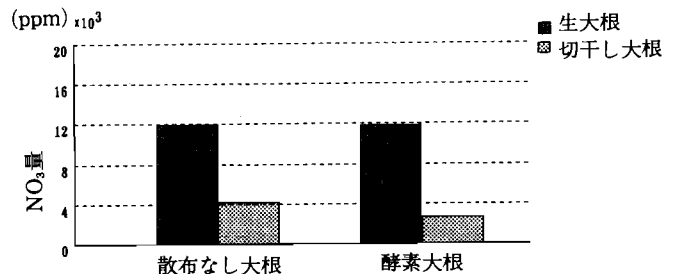


図7 ナトリウム含有量

減少した。

(4) マグネシウムの場合

図8に示すように、栽培方法、加工による大きな違いは見られなかった。

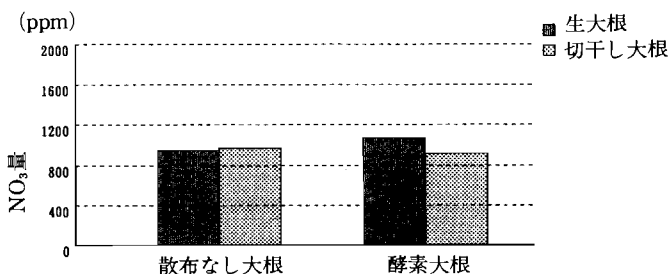


図8 マグネシウム含有量

4 糖度について

大根の糖度を測定し、乾燥重量当たりの含有量を算出した。

図9に示すように生大根の場合も切り干し大根の場合も乾燥重量当たりでは栽培方法による差は見られなかったが、切り干し大根に加工すると糖度は減少した。これは切り干し大根に加工する際に、糖分が水分とともに流出したためと考えられる。

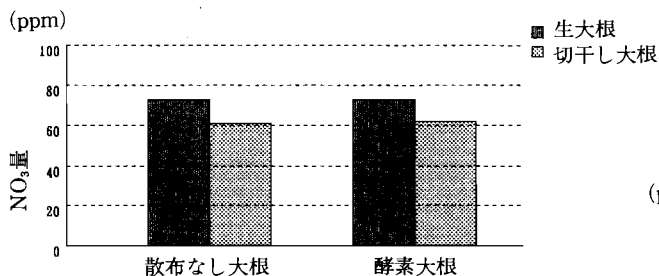


図9 糖度

5 遊離アミノ酸について

遊離アミノ酸の分析を行い、乾燥重量当たりの遊離アミノ酸含有量を算出した。

表2に示すように散布なし大根よりも酵素大根の遊離アミノ酸量が多かった。遊離アミノ酸の中ではグルタミン酸の含有量が多く、シスチン、アスパラギン酸アラニンの順が多かった。また、ヒスチジン以外は、切り干し大根にすると増加する傾向が見られた。

6 ビタミンCについて

大根のビタミンC量を測定し、乾燥重量当たりの含有量を算出した。

図10に示すように、生大根の場合は酵素大根のビタミンC含有量が多かった。切り干し大根に加工した場合は散布なし大根のビタミンC含有量が多かった。

大根を切り干し大根に加工するとビタミンC含量が

表2 遊離アミノ酸量 (ng/g)

	酵素大根		散布なし大根	
	生大根	切干大根	生大根	切干大根
アスパラギン酸	281.46	221.16	241.18	204.43
スレオニン	58.25	63.99	56.83	63.11
セリン	90.68	116.09	77.10	111.02
グルタミン酸	2199.93	2140.35	2086.25	1969.26
グリシン	158.09	187.06	129.88	162.45
アラニン	225.18	288.24	231.60	280.44
バリン	68.67	86.72	66.89	79.23
シスチン	305.50	662.82	310.20	598.94
イソロイシン	55.74	66.07	44.08	52.13
ロイシン	37.69	63.74	32.68	61.37
チロシン	12.91	30.23	12.03	27.51
フェニルアラニン	72.46	130.79	70.18	99.67
リジン	38.84	66.30	36.53	58.91
ヒスチジン	33.40	38.43	25.19	25.14
アルギニン	101.18	164.15	52.23	108.43
Total	3739.98	4326.95	3472.85	3880.85

逆転するのは、散布なし大根の水分が平均92.8%、酵素大根の水分は平均93.9%と酵素大根の方が多いため、切り干し大根に加工する際に酵素大根の方が水分とともにより多く流出したためと考えられる。

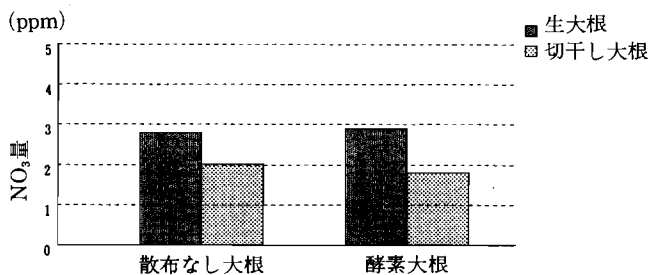


図10 ビタミンC含有量

7 断面の顕微鏡観察

大根に植物抽出素材を散布し大根を栽培すると、散布しないで栽培した大根より大きくなったので、その原因を探るために顕微鏡観察をした。その結果、写真1~4に示すように、酵素大根の方が1つ1つの細胞の大きいことが分かった。酵素散布により細胞数が増加するのではなく、1つ1つの細胞が大きくなることが分かった。

野菜類はビタミンやミネラル、食物繊維の供給源として、また色や香り、触感などの嗜好の面から私たちの食生活上欠かすことのできないものである。人々は健康に関心を持ち、安全で栄養価が高く、おいしい野

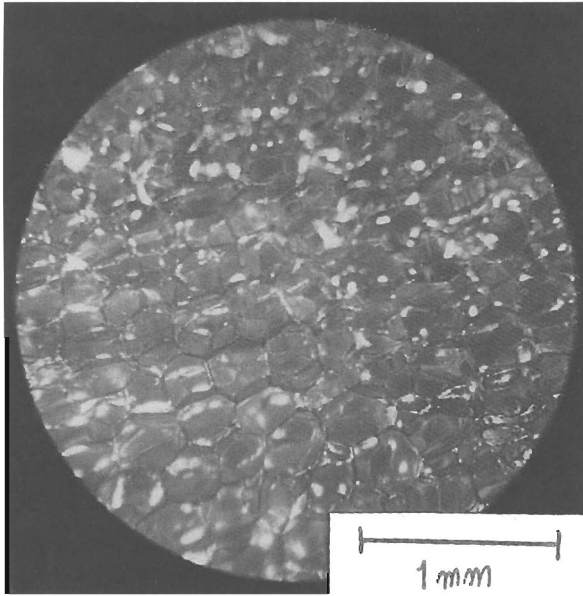


写真1 酵素大根 (横)

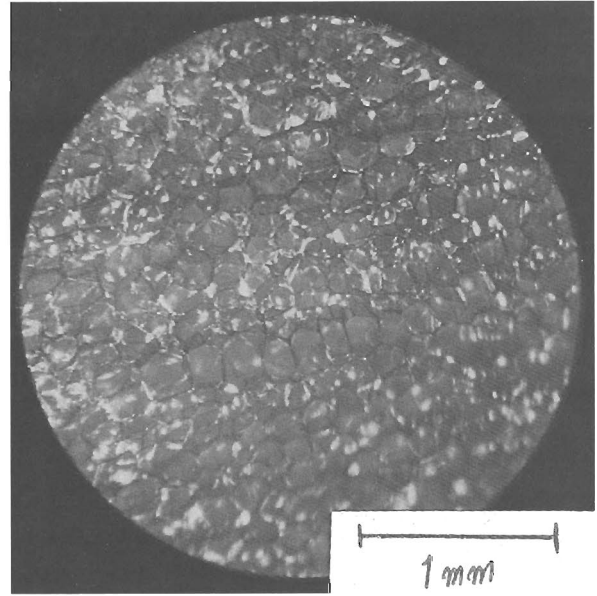


写真2 散布なし大根 (横)

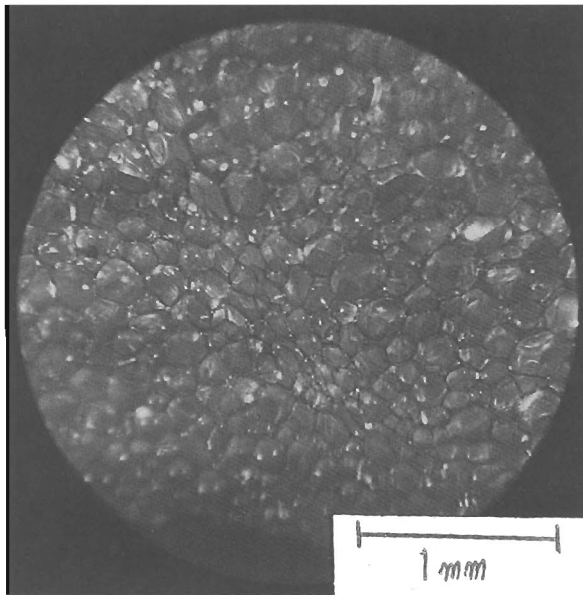


写真3 酵素大根 (縦)

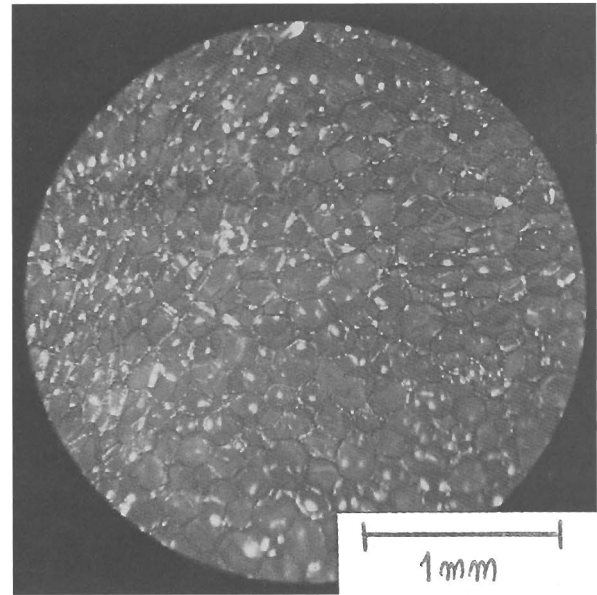


写真4 散布なし大根 (縦)

菜を求めている。食の安全が求められる中で、有機野菜や無農薬野菜が注目されている。

本研究では、農薬の使用量が軽減され、甘くて、みずみずしく、短期間で収穫できる栽培方法として、植物抽出資材である植物活性酵素を用いて大根を栽培し、その有効性を見た。

その結果、酵素大根(植物活性酵素を散布した大根)の水分量は平均93.9%、散布なし大根(散布しなかった大根)の水分量は平均92.8%で1.1%の差であった。乾燥重量あたりで見ると、乾物1gに対する水分量は酵素大根は15.4g、散布なし大根は12.9gとなり、酵素大根の方が19%多かった。これが官能検査で、酵素大根の外観の方がみずみずしいと判定された<sup>1)</sup>理由と考えられる。切り干し大根を作る際に、細く切削するため、細胞が破壊され水分が流出するが、乾燥重量当

たりで見ると、大根と切り干し大根の成分に大きな差は見られなかった。切り干し大根には硝酸塩が多く含まれていたが、切り干し大根を調理して食べる際には水につけて戻すため、硝酸塩は流出し、硝酸塩摂取量を減らすことが可能である。切り干し大根は保存に便利であり、1食分として食べる量(20g)を考えると栄養分を効率的に摂取できる。また、食物繊維の供給源として有用である。

また本研究では、硝酸含有量は酵素大根の方が多かったが、これは十分生育した120日目頃の大根を用いたためと考えられる。酵素大根は散布なし大根よりも速く生育するので、播種後60日位に収穫すれば硝酸・亜硝酸塩の少ない酵素大根を得ることができる<sup>2)</sup>。

遊離アミノ酸含有量も酵素大根の方が多かったので酵素大根がうまいとされたのではないかと考えられ

る。

しかし酵素大根を栽培する場合、植物活性酵素を1週間に1回、葉の裏面から散布する必要があった。昨年度の栽培実験では植物活性酵素を散布したが、効果がなかった。そこで愛知県海部郡飛島村の成田氏にアドバイスをいただき、今回は効果的な散布方法とされる、晴天の日の午前10時頃に散布する方法により、大きな酵素大根を収穫することができた。酵素大根の栽培には植物活性酵素散布の手間と時間、コスト及び酵素散布方法のノウハウが必要であるなど、いくつかの解決すべき課題があった。

しかし、植物活性酵素を散布する方法は、農薬の使用量を減らしたり、速く収穫できてうまいという消費者の要求に答えることのできる栽培方法の一つと考えられるので、今後さらに合理的な方法について検討する必要があると考える。

#### IV ま と め

本学で酵素散布して栽培された大根と散布しないで栽培した大根を播種後120日目前後に収穫し、硝酸・亜硝酸塩の含有量、主要ミネラル、糖度、遊離アミノ酸量、ビタミンC量を測定し、乾燥重量あたりで比較した。さらに顕微鏡観察を行ったところ、以下の結果を得た。

1. 酵素を散布して栽培すると、散布しないで栽培した大根より早く、大きくなることが分かった。
2. 大根の硝酸塩含有量は酵素大根の方が散布なし大根より多かったが、亜硝酸塩含有量は酵素大根の方が少なかった。切り干し大根にすると生よりも硝酸塩含有量が多くなった。

3. 大根のカリウム、ナトリウム、マグネシウム含量は栽培方法、加工による差は見られなかった。カルシウム含量は、生の場合散布なし大根より酵素大根の方が多かった。
4. 大根の糖度は栽培方法による差は見られなかったが、切り干し大根に加工すると、減少した。
5. 酵素大根は遊離アミノ酸量が多く、特にグルタミン酸が多かった。
6. 生大根のビタミンC量は酵素大根の方が多かったが、切り干し大根に加工すると散布なし大根の方が多かった。
7. 顕微鏡で大根の細胞を見たところ、酵素大根の細胞が散布なし大根よりも大きかった。

本研究にあたり、実験にご協力下さいました本学生物学教室の澤正実先生、総合理学コース自然科学専修の辻村真貴先生、実験にご協力下さいました岡田美也子さん、河合美貴さん、高田園子さん、竹内光絵さん、松田裕子さんに深く感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 西村敬子・榊原洋子・森裕子・吉岡小夜子：愛知教育大学研究報告 第47輯（芸術・保健体育・家政・技術科学）19～25（1998）
- 2) 西村敬子：愛知教育大学研究報告 第43輯（芸術・保健体育・家政・技術科学）31～43（1994）
- 3) 西村敬子：愛知教育大学研究報告 第39輯（芸術・保健体育・家政・技術科学）43～51（1990）

（平成11年9月10日受理）