

ダイコン種子の水耕栽培過程における成分含量変化 第1報

—無機質類および L-アスコルビン酸—

舟木行雄, 寺田和子, 下橋淳子, 佐藤美恵子

Change of Constituent Content in Hydroponics of Radish Seed Part 1

—Minerals and L-Ascorbic acid—

Yukio Funaki, Kazuko Terada, Atsuko Shimohashi and Mieko Satō

緒 言

ダイコン種子を発芽床にまき、適度の温度と湿度を与え、光して発芽・伸長した胚軸を軟白し、子葉を緑化して本葉の発生する前の状態のものをカイワレダイコン（貝割大根）といい^{1), 2)}、近年市販されたり、また、家庭で手軽に栽培して食に供していることは公知のことである。

カイワレダイコン用の種子の品種は多種あるが、最も適している品種は白首系の大阪四十日ダイコンとされている^{1), 2)}。

著者らは大阪四十日ダイコン種子を材料とし、A群として脱イオン水、B群として水道水をそれぞれ栽培液とし、水耕栽培をおこない、カイワレダイコンを製造してその生長過程における無機質類〔カルシウム(Ca), リン(P), ナトリウム(Na) およびカリウム(K)], L-アスコルビン酸(L-AsA), 水分および灰分を測定し比較検討したので報告する。

実 験

1. 材料および器具

ダイコン種子：大阪四十日ダイコン種子 *Raphanus sativus* L. (1983年6月採種，発芽率85%以上，トキタ種苗株式会社製)

A群栽培液：脱イオン水（オルガノ株式会社製純水製造装置で製造，比抵抗=500×10⁴Ωcm）

B群栽培液：水道水〔東京都上水道〔著者らの測定による4元素の濃度(ppm)はK=2.1, Na=16.1, Ca=25.0 P=15.0, Na/K=7.7, Ca/P=1.7〕〕

発芽床：市販のプラスチック製栽培用器具，内形10.4×21.3×8.0 cm の水槽に液を入れて 1×1mm 網目のサラン製網を張ったフロートを浮かばせ水槽の液面と網が接触するもの，使用液量 900ml, (株式会社グリーンテリア製) 14台

2. 方 法

栽培法：精秤した大阪四十日ダイコン種子 200 個体を 1 単位として 16 単位準備し，1 単位ずつ 16 個のビーカーに入れ，A, B 群それぞれ 8 個に脱イオン水，水道水を約 40ml あて加えて 6.5 時間室温で浸漬した。また一方，A B 群の発芽床 7 台には脱イオン水，水道水を入れ，フロートを浮かばせておいた。

浸漬完了後，各群の 1 単位を栽培開始時の試料として除き，残る各群の 7 単位はそれぞれの栽培液に対応した発芽床の網上に均一になるようにまき，室温暗所に放置し，毎日（24 時間ごと）各群から 1 単位ずつ採取し，種皮を除去して経時的な分析試料にした。栽培期間の室温は 23~25°C，栽培液温は 21~22°C であり，毎日室温に保存した栽培液を交換した。また，栽培開始 5 日目からは窓ぎわにおき光線を当て緑化した。

分析法：各群の各単位は細根を損なわないように取り出して種皮を除去し，栽培液を濾紙に吸着させ，200 個体の重量を測定した後それぞれの分析項目に分配した。各項目とも 3 点ずつおこなった。

分析項目は，水分は常圧乾燥法³⁾，灰分は直接灰化法⁴⁾，無機質類は試料を硝酸と過塩素酸で湿式灰化⁵⁾したものを，K と Na は炎光光度法⁶⁾（東京光電 K.K 製，ANA 10A L），Ca は過マンガン酸カリウム滴定法⁷⁾，P はゴモリー法⁸⁾ および L-アスコルビン酸はインドフェノール滴定法⁹⁾ でおこなった。

結 果・考 察

水分と生体重量の変化を表1に示す。

経時的に水分の増加とともに重量も増加していったが、A群よりB群の方が増加量が多かったのは、B群には植物にとって有効な塩類が溶けていることにある¹⁰⁾。また、無水物重量は両群とも減少の傾向にあるが、両群の栽培開始時を1とした重量比をみるとB群の方が高くなっている。このことは、代謝による消費量は重量の大きいB群の方が多いが、両群とも個体から栽培液に溶出する物質もあり、また、栽培液中の物質を吸収すること（特にA群は再吸収のみ）に原因することが考えられる¹¹⁾。

両群の重量比 B/A の値をみると徐々に高くなっていった。

灰分含量変化を表2に示す。

A群では大きな変化はみられなかったが、B群では中期以後大きく増加していった。このことは無水物重量に影響をもたらしている。

Ca と P の含量変化および Ca/P 値の変化を表3および図1に示す。

Ca は栽培開始時から 両群に差がみられ、7日目に達するとB群はA群の約3倍になった。

P は両群とも大きな変化はみられなかった。

Ca/P 値をみるとA群では0.2~0.3と変化は少ないが、B群では0.3~1.0と徐々に高くなっていった。

Na と K の含量変化および Na/K 値を表4および図2に示す。

Na はA群ではやや減少の傾向にあったが、B群では中期以後著しい増加がみられた。

K はA群では減少し、B群では増加の傾向を示し、7日目には栽培開始時の約2倍に達した。

Na/K 値をみるとA群では0.1~0.2とほとんど変化がみられなかったが、B群では0.1~2.2と高くなっていった。このことについては、A群はNa と K の溶出量と再利用量がほぼ同程度であるが、B群は水道水が $Na > K$ ($Na/K=7.7$) であるためと、生長とともに根が大きくなり、Na の吸収量が増加していったことが考えられる^{12), 13)}。

一般に土壌栽培の野菜中のKはNaより多く含まれているが、水耕栽培では水質によって野菜中の無機質の種類と含量がちがってくるのが予想される。

以上述べたCa, P, Na およびKの灰分中にしめる割合を表5に示す。

上昇しているものはB群のNaだけで、A群のPは終始最高値を保っていた。しかし、B群のPが下降していったのはNaの著しい増加によるものと思われる。

L-AsA含量変化を表6に示す。

3日目からはB群の方が高値を示すようになり、7日目ではA群の約2倍になった。

100g中の成分分析値を表7に示す。

両群に極端な差がみられたものはPとNaであった。

Pは個体中の両群の差は小さかったが、単位重量中ではA群の方が高く、NaはB群では著しい吸収量のため高くなっている。

表1 水分と生体重量(g)と重量比の変化 (200個体)

| 項目 \ 日数 | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------|-----|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| A | 水分 | 1.90±0.05 | 4.64±0.12 | 8.93±0.19 | 14.84±0.84 | 21.25±1.38 | 22.32±0.81 | 24.18±0.37 | 23.71±2.23 |
| | 無水物 | 3.12±0.02 | 2.74±0.02 | 2.72±0.02 | 2.56±0.02 | 2.70±0.01 | 2.62±0.02 | 2.46±0.00 | 2.32±0.00 |
| | 生体 | 4.88±0.38 | 7.28±0.54 | 11.06±0.84 | 16.56±1.68 | 23.96±1.58 | 24.04±2.27 | 26.78±1.28 | 26.70±1.50 |
| | 重量比 | 1 | 1.49 | 2.26 | 3.39 | 4.91 | 4.92 | 5.49 | 5.47 |
| B | 水分 | 1.69±0.11 | 3.86±0.42 | 8.91±0.64 | 21.95±2.49 | 35.56±2.95 | 39.37±4.94 | 44.79±1.21 | 54.30±3.62 |
| | 無水物 | 2.90±0.28 | 2.64±0.28 | 2.68±0.46 | 2.94±0.50 | 2.86±0.06 | 2.48±0.32 | 2.30±0.04 | 2.70±0.34 |
| | 生体 | 4.60±0.30 | 6.60±0.36 | 11.62±0.70 | 22.68±2.88 | 40.26±4.86 | 40.56±3.60 | 48.98±4.44 | 59.24±4.24 |
| | 重量比 | 1 | 1.43 | 2.52 | 4.93 | 8.74 | 8.81 | 10.63 | 12.86 |
| B/A 重量比 | | 1 | 0.96 | 1.12 | 1.45 | 1.78 | 1.79 | 1.94 | 2.35 |

平均値±標準偏差

表2 灰分含量の変化(mg) (200個体)

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7(日) |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| A | 116±12 | 120±16 | 116±12 | 84±8 | 102±12 | 88±4 | 138±12 | 152±6 |
| B | 130±2 | 118±12 | 122±16 | 122±12 | 168±6 | 242±14 | 300±14 | 400±44 |

平均値±標準偏差

表3 CaとPの含量変化(mg) (200個体)

| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7(日) |
|----------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Ca | A | 8.6±1.0 | 7.0±2.0 | 6.8±0.8 | 9.4±0.3 | 9.0±0.2 | 8.0±0.6 | 8.8±1.0 | 9.6±1.4 |
| | B | 11.4±1.2 | 7.0±0.4 | 8.6±0.8 | 13.0±1.2 | 17.4±1.8 | 19.2±0.4 | 25.8±1.6 | 29.0±2.4 |
| P | A | 29.0±0.9 | 41.6±4.6 | 30.2±3.4 | 39.0±4.0 | 36.8±1.3 | 31.0±2.8 | 35.4±1.7 | 31.8±1.7 |
| | B | 27.2±2.6 | 23.0±1.8 | 24.0±3.0 | 27.4±3.6 | 28.8±2.8 | 24.2±1.6 | 29.2±0.8 | 30.6±3.8 |
| 平均値±標準偏差 | | | | | | | | | |

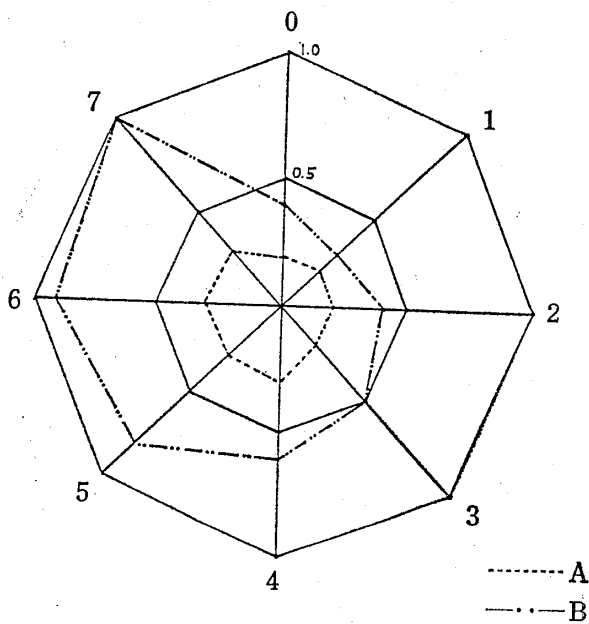


図1 Ca/p値の変化 (200個体)

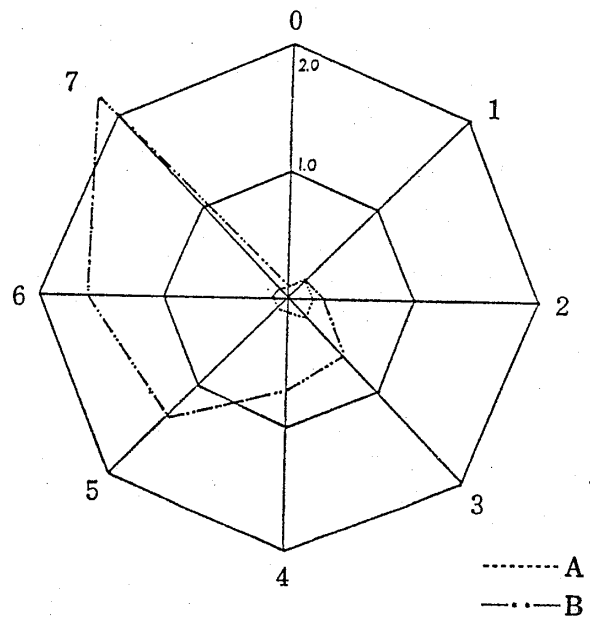


図2 Na/K値の変化 (200個体)

表4 NaとKの含量変化(mg) (200個体)

| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7(日) |
|----------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Na | A | 1.8±0.0 | 2.8±0.2 | 2.4±0.0 | 2.4±0.2 | 1.4±0.0 | 1.4±0.0 | 2.0±0.2 | 1.2±0.2 |
| | B | 2.0±0.2 | 2.2±0.0 | 4.0±0.2 | 10.8±1.8 | 14.0±1.4 | 30.0±2.4 | 49.8±4.6 | 67.6±6.8 |
| K | A | 19.2±0.4 | 16.8±2.4 | 13.2±2.4 | 16.4±0.4 | 15.0±1.4 | 11.8±0.6 | 14.0±0.6 | 13.0±0.4 |
| | B | 15.6±0.8 | 14.4±1.0 | 15.4±1.0 | 19.6±2.8 | 21.0±2.8 | 23.2±2.2 | 32.2±4.4 | 31.4±2.8 |
| 平均値±標準偏差 | | | | | | | | | |

表5 灰分中にしめるCa, P, Na, Kの割合(%)

| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7(日) |
|----|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ca | A | 7.4 | 5.8 | 5.9 | 11.2 | 8.8 | 9.1 | 6.4 | 6.3 |
| | B | 8.8 | 5.9 | 6.5 | 10.7 | 10.4 | 7.9 | 8.6 | 7.3 |
| P | A | 25.0 | 34.7 | 26.0 | 46.4 | 36.1 | 35.2 | 25.7 | 20.9 |
| | B | 20.9 | 19.5 | 18.2 | 22.5 | 17.1 | 10.0 | 9.7 | 7.7 |
| Na | A | 1.6 | 2.3 | 2.1 | 2.9 | 1.4 | 1.6 | 1.4 | 0.8 |
| | B | 1.5 | 1.9 | 3.0 | 8.9 | 8.3 | 12.4 | 16.6 | 16.9 |
| K | A | 16.6 | 14.0 | 11.4 | 19.5 | 14.7 | 13.4 | 10.1 | 8.6 |
| | B | 12.0 | 12.2 | 11.7 | 16.1 | 12.5 | 9.6 | 10.7 | 7.9 |

表6 L-AsA 含量変化(μ g) (200個体)

| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7(日) |
|---|---|---|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| A | Ø | | 13±0 | 32±0 | 71±1 | 106±1 | 129±2 | 167±2 | 194±1 |
| B | Ø | | 11±0 | 28±0 | 85±2 | 161±4 | 201±2 | 365±2 | 385±4 |

平均値±標準偏差

表7 7日目の100g中成分分析値

| | 水分(g) | 灰分(g) | Ca(mg) | P(mg) | Na(mg) | K(mg) | L-AsA(mg) |
|---|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-----------|
| A | 90.0 | 0.6 | 35.9 | 118.6 | 4.8 | 48.1 | 72.6 |
| B | 95.2 | 0.7 | 47.1 | 49.3 | 109.4 | 50.8 | 65.0 |

要 約

大阪四十日ダイコン種子を脱イオン水(A群)と水道水(B群)で7日間水耕栽培し、生長過程における成分含量変化を24時間ごとに測定した結果

1. 重量比は中期以後B群が著しく高くなった。
2. 灰分含量はB群は中期以後増加していき、7日目ではA群の2倍以上になった。
3. CaはA群は終始変化がみられなかった。B群は栽培液からの吸収により7日目では開始時の約2倍になり、A群の3倍になった。

Pは両群に終始変化がみられずまた、両群との差がなかった。

Ca/P値は、A群は0.2~0.3、B群は0.3~1.0の範囲であった。

4. NaとKは、A群は大きな変化がみられなかったがB群は特にNaの増加が著しかった。

Na/K値は、A群は0.1~0.2、B群は0.1~2.2の範囲であった。

5. L-AsAは、栽培6・7日目でB群はA群の2倍

になった。

本研究をおこなうに当り、ダイコンの植物学のご助言を賜った東京農科大学の富高弥一平先生ならびにダイコン種子の入手に際してご助力下さったトキタ種苗K.Kの本沢安治氏に感謝の意を表します。

文 献

- 1) 西垣繁一：農業および園芸，養賢堂54,7, p.73~74(1979)
- 2) 西垣繁一：軟化，芽物野菜—その技術と経営 p.257~267 (1982)
- 3) 渡辺篤二ら：食品分析法日本食品工業学会，食品分析法編集委員会編，株式会社光琳 p.3~8 (1982)
- 4) 渡辺篤二ら：食品分析法日本食品工業学会，食品分析法編集委員会編，株式会社光琳 p.239~246 (1982)
- 5) 小原哲二郎ら：食品分析ハンドブック，建帛社，p.261~263 (1975)
- 6) 平野四蔵ら：無機応用比色分析，共立出版 K.K

第3巻, p.108 (1973)

- 7) 小原哲二郎ら：食品分析ハンドブック，建帛社，
p.263 (1975)
- 8) Gomori, G : J. Lab. Clin. Med., 27,955(1942)
- 9) Wiley, H. W. et al : Methods of analysis 10ed
A. O. A. C p.764~765 (1965)
- 10) 永沢 信：飲用水と食品用水，恒星社厚生閣版
p.37~42 (1967)
- 11) 鈴木米三ら：植物生化学，理工学社 p.3~6
(1978)
- 12) 舟木行雄：駒沢女子短期大学研究紀要，9, 6
(1975)
- 13) Koefoed. Johnson, V. & Ussing, H.H : Acta
Physiol. Scand. 28,60 (1953)