

## 夏期および秋期栽培ホウレンソウの生育過程における部位別成分について

|       |                             |
|-------|-----------------------------|
| 誌名    | 園藝學會雜誌                      |
| ISSN  | 00137626                    |
| 著者    | 渡邊, 容子<br>内山, 総子<br>吉田, 企世子 |
| 巻/号   | 62巻4号                       |
| 掲載ページ | p. 889-895                  |
| 発行年月  | 1994年3月                     |

## 夏期および秋期栽培ホウレンソウの生育過程における部位別成分について

渡邊容子<sup>1</sup>・内山総子<sup>2</sup>・吉田企世子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東京都立立川短期大学 196 昭島市東町 3-6-33

<sup>2</sup>埼玉県園芸試験場鶴ヶ島洪積畑支場 350-02 鶴ヶ島市太田ヶ谷 25

<sup>3</sup>女子栄養大学栄養学部 350-02 坂戸市千代田 3-9-21

Compositional Changes in Spinach (*Spinacia oleracea* L.) Grown in the Summer and in the Fall

Yoko Watanabe<sup>1</sup>, Fusako Uchiyama<sup>2</sup> and Kiyoko Yoshida<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Food and Nutrition, Tachikawa College of Tokyo, Akishima, Tokyo 196

<sup>2</sup>Tsurugashima Branch, Saitama Horticultural Experiment Station, Tsurugashima, Saitama 350-02

<sup>3</sup>Department of Nutrition, Kagawa Nutrition College, Sakado, Saitama 350-02

### Summary

Changes in carotenoid, ascorbic acid, reducing sugar, chlorophyll, nitrate, and soluble and insoluble oxalic acid contents in the leaf blade, petiole, and the edible portion of developing spinach plants were determined. The summer and fall cultivars studied were 'Magic' and 'Lead', respectively. In this summary, the chlorophyll content is expressed as mg/100 cm<sup>2</sup> of leaf area. The data for the remaining constituents are for the edible portion based on 100 g fresh wt.

1. Beta-carotene, the only carotene detectable, for 'Magic' and 'Lead' were 4,450 and 7,340 μg, respectively.

2. The total ascorbic acid contents which gradually decreased with time in 'Magic' and 'Lead' were 42 and 71 mg, respectively.

3. The reducing sugar content in 'Magic' decreased with leaf age, whereas that of 'Lead' increased. At harvest, the reducing sugar content in 'Lead' was 1.12 g; that of 'Magic' was 0.07 g.

4. Chlorophyll content in 'Magic' remained nearly constant at 3.2 mg, whereas that of 'Lead' increased slightly from 3.8 to 4.1 mg by harvest. A positive correlation exists between chlorophyll and β-carotene contents.

5. Nitrate contents of 'Magic' and 'Lead' were 2,500 and 2,400 ppm, respectively.

6. Soluble oxalic acid contents at harvest for 'Magic' and 'Lead' were 740 and 560 mg, respectively. The ratio of the soluble to total oxalic acid was 0.871 in 'Magic' and 0.800 in 'Lead'.

### 緒 言

ホウレンソウ (*Spinacia oleracea* L.) の生育適温は 15°~20°C 程度で、低温には強く 0°C 程度でも生育する。しかし、高温には弱く 25°C 以上では病害の発生も多く生育は抑制される。このような生育特性から秋の冷涼気候と短日期を利用した秋期栽培に適した野菜である (香川, 1989)。しかし、現在は品種改良、高冷地やトンネル栽培などにより周年生産が行われる

ようになった。

一方、栽培時期の違いによる成分についての報告は少ない (吉川ら, 1988)。また、生育過程における成分変動に関する報告もほとんどみられない (香川, 1987)。本報告は、夏期および秋期栽培のホウレンソウについて、生育過程における部位別成分を検討したものである。

ホウレンソウは各種栄養成分を含有し (科学技術庁資源調査会, 1982)、カロテノイド、アスコルビン酸の主要な供給源となっている。そこで、これらの成分

と食味として重要な還元糖を測定した。さらに多く含有すると好ましくない成分とされる硝酸根およびシュウ酸について(細貝, 1979)測定し検討した。

### 材料および方法

#### 1. 実験試料

材料は、両季節とも一代交配品種のハウレンソウである‘マジック’ (夏期試料) と‘リード’ (秋期試料) を用いた。播種日は夏期は1990年8月16日、秋期は1990年10月18日で1区画70cm×5mの畑に播種した。

なお、ハウレンソウは品種によって低温耐性のものとやや高温に耐性をもつものがある。したがって、本実験では生育時期に適した品種を用いて行った。

#### 2. 栽培条件

栽培は、埼玉県園芸試験場(埼玉県鶴ヶ島市)の圃場において行った。

土壌は表層腐植質黒ボク土で、土壌条件は第1表に示すとおりである。

施肥条件は、第2表に示すように有機質肥料を施用した。栽培時期により条件が異なるのは、正常な生育を得るために慣行の施肥にしたがったことによる。

栽培方法は、夏期栽培は白黒ダブルマルチ栽培、秋期栽培は透明マルチ栽培で両季節ともすべて屋外の自然環境下で生育させた。なお、秋期栽培では、播種41日目よりトンネル被覆(ユーラックカンキ2号)を行った。

以後、夏期栽培は夏期、秋期栽培を秋期と示す。

なお、栽培期間中の気象状態(気温・日射量および降水量)は、第3表に示すとおりである。気温は平均値、日射量および降水量は各合計量である。また、夏期は平均最高気温28.2°C、最低気温19.0°C、秋期はそれぞれ17.4°C、5.4°Cの気象条件下で栽培した。

**Table 1.** Edaphic parameters in the spinach growing grounds.

|  |      |
|--|------|
| pH (H <sub>2</sub> O)                          | 6.5  |
| Electric conductivity (mS · cm <sup>-1</sup> ) | 0.05 |
| Nitrate nitrogen (mg/100 g)                    | 0.7  |
| Available phosphoric acid (mg/100 g)           | 1.0  |
| Exchangeable base (meq/100g)                   |      |
| Ca   | 9.84 |
| Mg   | 2.44 |
| K  | 0.53 |
| Base exchange capacity (meq/100 g)             | 27   |

**Table 2.** The kinds, amounts and composition of fertilizers applied to the spinach test plots.

| Rate of fertilizer application              | (kg/a) |      |
|---|--------|------|
|   | Summer | Fall |
| Bean cakes                                  | 11.2   | 20.0 |
| Dry poultry manure                          | 17.2   | 28.8 |
| Nitrogen                                    | 1.2    | 2.0  |
| Phosphorus (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 0.7    | 1.2  |
| Potassium (K <sub>2</sub> O)                | 0.6    | 0.9  |

**Table 3.** Climatic conditions during the spinach growing seasons.

| Month Days | Air temperature |              | Amount of insolation (cal) | Precipitation (mm) |
|------------|-----------------|--------------|----------------------------|--------------------|
|            | Maximum         | Minimum (°C) |                            |                    |
| Aug. 16~20 | 32.7            | 21.2         | 2,471                      | 2.0                |
| Aug. 21~31 | 32.5            | 22.4         | 4,641                      | 5.5                |
| Sep. 1~10  | 29.5            | 19.1         | 2,074                      | 12.5               |
| Sep. 11~20 | 27.7            | 19.6         | 2,504                      | 230.0              |
| Sep. 21~30 | 24.1            | 16.2         | 2,402                      | 264.0              |
| Oct. 1~10  | 22.7            | 15.4         | 2,079                      | 67.5               |
| Average    | 28.2            | 19.0         | Total 16,171               | 581.5              |
| Oct. 18~20 | 22.9            | 11.7         | 908                        | 12.0               |
| Oct. 21~31 | 19.0            | 9.0          | 2,628                      | 57.0               |
| Nov. 1~10  | 20.1            | 8.0          | 2,269                      | 54.0               |
| Nov. 11~20 | 18.1            | 4.9          | 1,438                      | 2.5                |
| Nov. 21~30 | 14.8            | 4.4          | 1,443                      | 233.0              |
| Dec. 1~10  | 15.8            | 0.3          | 1,980                      | 0.5                |
| Dec. 11~22 | 11.1            | -0.2         | 2,144                      | 45.5               |
| Average    | 17.4            | 5.4          | Total 12,810               | 404.5              |

#### 3. 試料の採取

サンプリングは、夏期は播種後20, 30, 40および55日目に、秋期は20, 40, 55および65日目に各4回ずつ行った。植物体内成分含量には日内変動が起こることが知られているので、本実験では午前9時30分から10時までの一定時間に採取し、当日試料調製した。

#### 4. 分析方法

分析用試料は根の部分切除後、各株の最大葉の草丈、葉柄長などの生育状態を測定した。次に用いた株すべてを葉身部および葉柄部に分け各部位の重量を測定し、ステンレス包丁を用いて細かく刻み実験に供し

た。

なお、試料1株当たりの重量は、10株の平均値で示した。

1) **カロテノイド**: 各試料5gを取り、ピロガロール1gとアセトン少量を加え磨砕し、吸引ろ過を行った後アセトンで100mlに定容し検液とした。測定は高速液体クロマトグラフィー (HPLC) により、次の条件で行った。

ポンプ; 880-PU (日本分光), 比色計; 875-UV (日本分光), カラム; Finepak SIL C<sub>18</sub>S, 移動相; クロロホルム: メタノール (1:9), 流速; 1.0 ml · min<sup>-1</sup>, カラム温度; 35 °C, 検出波長; 453 nm である。

2) **総アスコルビン酸**: 各試料5gを取り、10% メタリン酸溶液5mlを加え磨砕し、さらに5% メタリン酸溶液を加え100mlとし、これを検液とした。測定はヒドラジン法により行った。比色計は220型ダブルビーム分光光度計 (日立) を用いた。

3) **還元糖**: 各試料10gを取り、蒸留水を加え磨砕し、50mlにした。ろ過後、中性酢酸鉛飽和溶液で除タンパクを行いろ液を検液とした。測定はソモギー・ネルソン法により行った。比色計は2)と同機種である。

4) **クロロフィル**: 葉緑素計 SPAD-501 (ミノルタ) を用い、各株の最大葉の3か所を測定した。測定値 X から  $Y = 0.0996X - 0.152$  により、クロロフィル含量 Y (mg/100 cm<sup>2</sup>) を求め、その平均値であらわした。

5) **硝酸根およびシュウ酸**: 硝酸根および可溶性シュウ酸は、各試料5gを取り、蒸留水を加え磨砕し50mlとした。加熱後、遠心分離 (3,000 rpm) を行い、その上澄液をろ過し、ろ液を検液として用いた。一方、総シュウ酸は各試料5gに1N塩酸を10ml加え、磨砕後蒸留水で50mlとし、以後は上記と同様に行った。測定はイオンクロマトグラフィーで行った。イオンクロマトグラフはIC-100型 (横河北辰電気) を用い、次のような条件で行った。

カラム; プレカラム-PAX 1, 分離カラム-SAX 1, 溶離液; 4 mM Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>/5 mM NaHCO<sub>3</sub>, 除去液; 0.05 M トドシルベンゼンスルホン酸, 流速; 溶離液および除去液とも 2 ml · min<sup>-1</sup>, カラム温度; 40 °C である。

### 実験結果および考察

本実験における結果は、ハウレンソウの同一品種の季節による成分変化をみたものではなく、夏まきあるいは秋まきに適した品種として用いられているものを

試料とし、この両試料の成分の比較を季節的な違いとしてとらえたものである。

収穫適期を夏期は播種後55日目、秋期は65日目とした。

生育状態 (草丈) は夏期 'マジック' は、播種20日目3.1cmから収穫適期には19.1cmになり、秋期 'リード' は20日目5.2cmから収穫適期には20.8cmとなり、両季節とも順調な生育を示した (第4表)。

カロテノイド、総アスコルビン酸、還元糖およびクロロフィルの含量の結果は、測定試料の都合上夏期は播種30日目から、秋期は40日目から示した (第5表)。

また可食部の成分量は、葉身および葉柄部の重量割合から求めた葉身および葉柄部の成分量の和としてあらわしたものである (第4表)。

以後、含量は新鮮重量当たりで示した。

### 1. カロテノイド

今回の測定条件においては、葉身部および葉柄部ともにカロテン類では、β-カロテン以外は検出されなかった。HPLCを用いたハウレンソウの葉身部のカロテノイドを測定した報告 (Khachik ら, 1992) においても、β-カロテンのみが検出され、α-カロテンの存在は認められていない。数種のキサントフィル類と推察されるピークが認められたが、今回は同定および定量は行わなかった。

まず、部位別の変化をみると、夏期 'マジック' では、葉身部は生育過程に大きな変化はみられなかった。しかし、葉柄部では葉身部と比べるとかなり少なく、また播種30日目には2,230 μg/100g あったものが、収穫適期には1,010 μg/100g と約半分に激減した。一方、秋期 'リード' の葉身部は播種40日目の10,000 μg/100g から収穫適期にかけて増加の傾向がみられた。収穫適期の葉身部のβ-カロテン含量は、Khachik らの分析値 (Khachik ら, 1992) と類似している。葉

**Table 4.** Changes in plant weight and height and the ratio of petiole to leaf blade in two developing spinach cultivars.

|                                | Summer (cv. Magic) |      |      |      | Fall (cv. Lead) |      |      |      |
|--------------------------------|--------------------|------|------|------|-----------------|------|------|------|
|                                | Period (days)      |      |      |      | Period (days)   |      |      |      |
|                                | 20                 | 30   | 40   | 55   | 20              | 40   | 55   | 65   |
| Plant weight (g)               | 0.2                | 1.0  | 4.5  | 18.1 | 0.4             | 3.0  | 10.2 | 16.0 |
| Plant height (cm)              | 3.1                | 6.4  | 9.6  | 19.1 | 5.2             | 9.6  | 16.0 | 20.8 |
| Ratio of petiole to leaf blade | 5.63               | 3.24 | 2.97 | 2.04 | 3.30            | 2.38 | 2.19 | 1.39 |

Table 5. Compositional changes in developing spinach cultivars grown in the summer and in the fall.

|                   |                                |                | Summer (cv. Magic) |       |       | Fall (cv. Lead) |        |        |
|-------------------|--------------------------------|----------------|--------------------|-------|-------|-----------------|--------|--------|
|                   |                                |                | Period (days)      |       |       | Period (days)   |        |        |
|                   |                                |                | 30                 | 40    | 55    | 40              | 55     | 65     |
| $\beta$ -carotene | ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ) | Leaf blade     | 6,330              | 5,900 | 6,140 | 10,000          | 11,040 | 11,600 |
|                   |                                | Petiole        | 2,230              | 1,310 | 1,010 | 1,560           | 1,560  | 1,410  |
|                   |                                | Edible portion | 5,370              | 4,740 | 4,450 | 7,050           | 8,070  | 7,340  |
| Ascorbic acid     | (mg/100 g)                     | Leaf blade     | 86                 | 62    | 52    | 126             | 90     | 108    |
|                   |                                | Petiole        | 33                 | 24    | 18    | 30              | 41     | 20     |
|                   |                                | Edible portion | 73                 | 52    | 42    | 97              | 76     | 71     |
| Reducing sugar    | (g/100 g)                      | Leaf blade     | 0.12               | 0.05  | 0.08  | 0.29            | 0.34   | 0.49   |
|                   |                                | Petiole        | 0.09               | 0.03  | 0.03  | 0.43            | 0.97   | 1.99   |
|                   |                                | Edible portion | 0.11               | 0.04  | 0.07  | 0.33            | 0.53   | 1.12   |
| Chlorophyll       | (mg/100 cm <sup>2</sup> )      | Leaf blade     | 3.2                | 3.1   | 3.2   | 3.8             | 4.0    | 4.1    |

柄部では生育に伴ってやや減少傾向がみられたが、夏期の変動ほど大きくなかった。

可食部でみると、夏期では30日目の5,370  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  から生育に伴って減少し、収穫適期では4,450  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  となった。一方、秋期では生育に伴わずかな増加がみられ、収穫適期では7,340  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  であった。これは夏期の約1.6倍になる。

## 2. 総アスコルビン酸

部位別の変化をみると、夏期では葉身部は30日目の86 mg/100 g から生育とともに減少した。葉柄部も同様に減少傾向を示した。秋期でも同様に葉身部では40日目の126 mg/100 g から収穫適期にかけてやや減少したが、この減少傾向は $\beta$ -カロテンと同様に夏期のほうが大きかった。葉柄部でも生育に伴って減少したが、この傾向は夏期よりも小さかった。

可食部では夏期は30日目の73 mg/100 g から生育とともに減少し、収穫適期では42 mg/100 g となった。一方、秋期では40日目の97 mg/100 g からやや減少して、収穫適期では71 mg/100 g であった。秋期'リード'にみられた含量は、夏期'マジック'の含量の約1.7倍である。洋種ハウレンソウについて液肥により栽培した結果(鯨・石黒, 1984), 栽培に伴いアスコルビン酸含量は増加する傾向があることが報告されている。しかし本研究では逆に減少傾向がみられた。アスコルビン酸含量には季節間差があり、夏どりのものでは少ないと報告されており(吉田ら, 1987; 目黒ら, 1991) 今回の結果と類似している。

## 3. 還元糖

部位別では、夏期では葉身部および葉柄部ともに生育に伴って減少した。秋期では葉身部および葉柄部と

もに生育に伴い増加し、特に葉柄部における増加が著しかった。夏期栽培ハウレンソウでは生育に伴って含量が低下し、冬期の1/10以下に低下すると報告(木下ら, 1988)しているが、本報告の結果も同様の傾向である。さらに高温下では、光強度が強い場合でも光合成能は高くなり、呼吸が増大し純光合成能が低下すると報告されている(木下ら, 1988)。また、夜間気温が高いと日中生成された同化物質が、夜間に異化作用が行われると同時に葉自体で呼吸を行うため、成分の消耗が多くなるとされている(香川, 1989)。

可食部では、夏期は収穫適期では0.07 g/100 g とごくわずかな含量であるが、秋期では1.12 g/100 g と多く、これは食味に好ましく影響していると推察される。

## 4. クロロフィル

夏期では生育に伴う増加は認められなかったが、秋期は逆に増加した。収穫適期における含量は、夏期の3.2 mg/100 cm<sup>2</sup> に対し、秋期は4.1 mg/100 cm<sup>2</sup> でこの差は肉眼でも観察された。また、カロテノイドとの間に正の相関( $r=0.951$ )がみられた。

## 5. 硝酸根

生育過程における含量の変化を第1図に示した。硝酸根は葉身部より葉柄部に著しく多く含有されていた。また、生育過程において夏期は秋期に比べて含量の変動が大きくみられた。これは夏期における気温が影響しているものと推察される。

収穫適期における可食部の含量は、夏期および秋期の間にはたいした差はなく、その含量は2,400~2,500 ppmである。第5表に示すようにクロロフィル含量は秋期に多いが、硝酸根には差がなかった。したがって、クロロフィルおよび硝酸根含量には一定の関

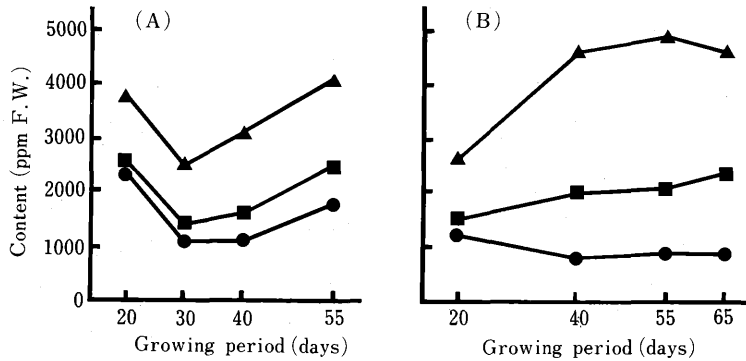


Fig. 1. Changes in nitrate contents in spinach cultivars 'Magic' and 'Lead' grown in the summer (A) and in the fall (B), respectively. Leaf blade (●), petiole (▲), and edible portion (■).

係はみられない。本報告と同じように硝酸根含量には季節間の差が少ないとしている報告(目黒ら, 1991)もみられる。

## 6. 可溶性シュウ酸

生育過程における変化を第2図に示した。

夏期では葉身部および葉柄部とも20日目に約1,500 mg/100 gであったものが、生育に伴って著しく減少した。秋期では夏期に比べ含量は少なかった。特に、葉柄部において生育に伴う減少が著しかった。また、硝酸根と異なりシュウ酸含量は両季節とも収穫適期には葉柄部より葉身部に多い。

収穫適期における可食部の含量は、夏期は740 mg/100 g、秋期は560 mg/100 gで秋期の方が少なかった。

## 7. 総シュウ酸

生育過程における変化を第3図に示した。

部位別における変化は可溶性シュウ酸と同じ傾向を示した。

収穫適期における可食部の含量は夏期は850 mg/100 g、秋期は700 mg/100 gであった。またこの時の総シュウ酸に対する可溶性シュウ酸の割合は、夏期は87%、秋期は80%であった。夏期の結果は、夏まきホウレンソウの可溶性シュウ酸含量は、総シュウ酸含量の約70~90%であるという報告(吉川ら, 1988)と同じ傾向であった。

また、夏期および秋期の試料とも生育に伴って減少することが報告(吉川ら, 1988)されているが、本報告における結果もこれと類似していた。しかし、生育ステージが進むにつれて含量が増加するという報告

(香川, 1987)もあり、その結果とは異なるものであった。

一般には、幼植物体にシュウ酸は少ないと言われていたが、今回の分析結果においてはむしろ生育に伴って減少している。近年シュウ酸の少ない生食用のホウレンソウの栽培が試みられているが、施肥条件、その他の生育環境によってその含量はかなり変動することが推察される。

## 摘 要

夏期栽培の「マジック」および秋期栽培の「リード」のホウレンソウの生育過程におけるカロテノイド、総アスコルビン酸、還元糖、クロロフィル、硝酸根およびシュウ酸含量の変化について検討した。

1. カロテノイドを測定した結果、両部位ともにカロテン類では、 $\beta$ -カロテンのみ検出された。収穫適期の可食部では夏期は4,450  $\mu$ g/100 g、秋期は7,340  $\mu$ g/100 gと秋期に約1.6倍多く含有されていた。

2. 総アスコルビン酸は収穫適期の可食部では、夏期は42 mg/100 g、秋期は71 mg/100 gで秋期に約1.7倍多く含有され、両季節とも生育に伴って減少した。

3. 還元糖は収穫適期の可食部では、夏期は0.07 g/100 g、秋期は1.12 g/100 gと秋期に16倍多く含有されていた。また、生育過程において夏期は減少傾向を示したのに対し、秋期は増加し、季節により異なる傾向を示した。

4. クロロフィルは生育期間中、夏期においては変化は認められなかったが、秋期ではやや増加した。さらに、 $\beta$ -カロテンとの間に正の相関関係が認められた。

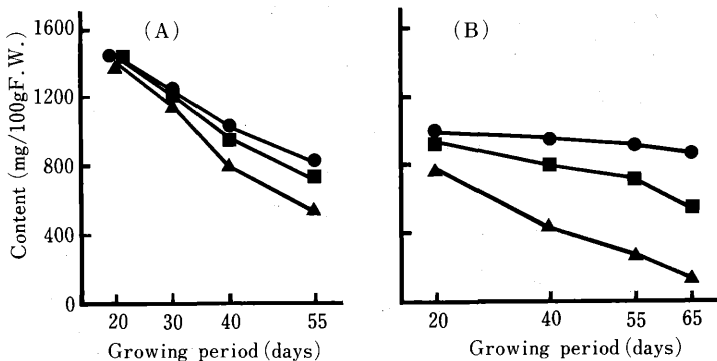


Fig. 2. Changes in soluble oxalic acid contents of spinach cultivars 'Magic' and 'Lead' grown in the summer (A) and in the fall (B), respectively. Leaf blade (●), petiole (▲), and edible portion (■).

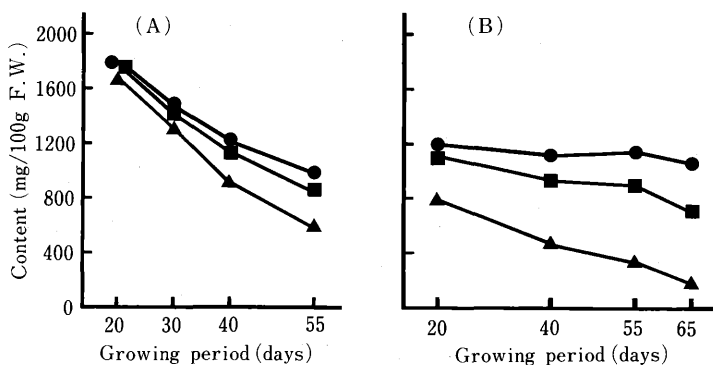


Fig. 3. Changes in total oxalic acid contents of spinach cultivars 'Magic' and 'Lead' grown in the summer (A) and in the fall (B), respectively. Leaf blade (●), petiole (▲), and edible portion (■).

5. 硝酸根は収穫適期の可食部では、夏期は2,500 ppm, 秋期は2,400 ppmと栽培時期による差はみられなかった。また、クロロフィルと硝酸根含量の関係は認められなかった。

6. 可溶性シュウ酸は収穫適期の可食部では、夏期は740 mg/100 g, 秋期は560 mg/100 gと夏期に約1.3倍多く含有されていた。

7. 収穫適期における可食部の総シュウ酸量に対する可溶性シュウ酸量の割合は、夏期は87.1%, 秋期は80%で、やや夏期の割合が大きかった。

謝辞 本実験の土壤分析をご担当いただきました北海道立中央農業試験場の目黒孝司氏に心より感謝致します。さらに、本報告をまとめるにあたり、ご指

導を賜りました東京都立川短期大学教授 松岡博厚博士に深く感謝致します。

#### 引用文献

- 細貝祐太郎. 1979. 野菜のなかの有害成分. 食の科学. 46: 78-86.  
 科学技術庁資源調査会編. 1982. 四訂日本食品標準成分表.  
 香川 彰. 1987. ホウレンソウの低シュウ酸含量品種育成に関する研究. (1). シュウ酸含量に及ぼす生態条件の影響について. 岐阜女子大学紀要 16: 13-19.  
 香川 彰. 1989. 野菜園芸大百科 9. p. 156. 農山漁村文化協会. 東京.  
 香川 彰. 1989. 野菜園芸大百科 9. p. 168. 農山漁

村文化協会. 東京.

Khachik, F., B. M. Goli, R. G. Beecher, J. Holden, R. W. Lusby, M. D. Tenorio and R. M. Barrera. 1992. Effect of food preparation on qualitative and quantitative distribution of major carotenoid constituents of tomatoes and several green vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 40 : 390-398.

木下隆雄・亀野 貞・野口正樹. 1988. ホウレンソウの高品質のための栽培条件—内容成分の改善を目指して—. *農業および園芸*. 63 : 51-55.

鯨 幸雄・石黒弘三. 1984. ホウレンソウのL-アスコルビン酸含量に及ぼす栽培条件の影響. *栄食誌*.

37 : 239-244.

目黒孝司・吉田企世子・山田次良・下野勝昭. 1991. 夏どりホウレンソウの内部品質指標. *土肥誌*. 62 : 435-438.

吉田企世子・秋沢みどり・目黒孝司・下野勝昭. 1987. 栽培時期の異なるホウレン草のカロチン, ビタミンC, 硝酸及び蔞酸含有量. *栄食要旨*. p. 219.

吉川年彦・中川勝也・小林 保・時枝茂行・永井耕介. 1988. 高品質ホウレンソウの生産・出荷に関する研究. (第1報) シュウ酸含量に及ぼす品種・生育ステージの影響. *近畿中国農研*. 75 : 71-76.