

ホウレンソウ中のシュウ酸およびカリウム含量の 季節変動と調理による変化

Seasonal changes in the oxalic acid and potassium contents of spinach and effect of cooking on those contents

和泉眞喜子

(Makiko Izumi)

The oxalic acid and potassium contents of spinach grown in two types of soil were analyzed over one year, and changes in the contents according to the season and by cooking were investigated. The moisture content in the summer was higher than that in the winter, this being particularly marked with bare ground cultivation. Even with the same soil, species and producer, the total oxalic acid content could change up or down by more than 300mg% within the space of a month. The residual ratio of the total oxalic acid content in boiled spinach was higher in the winter than in the summer. The acidity was also strong when the content of free oxalic acid in boiled spinach was high. There was a positive correlation in the monthly change between the potassium and oxalic acid contents.

It was found that the spinach with a high total oxalic acid content also had a high potassium content and strong acidity.

キーワード：シュウ酸 oxalic acid；ホウレンソウ spinach；水分 moisture；遊離シュウ酸 free oxalic acid；えぐみ acidity；カリウム potassium

ホウレンソウのシュウ酸含量には大きな差があり、また、えぐみも異なる。現在出回っているホウレンソウのほとんどは、東洋系と西洋系両者間の一代雑種であり、これら品種、栽培の時期、部位、生育過程、施肥や土壌等と、シュウ酸含量との関連については、多くの研究がある^{1)~7)}。しかし、シュウ酸が少ないホウレンソウの栽培条件は必ずしも確立されていない。

著者は先に、年間を通して同じ店で購入したホウレンソウのシュウ酸含量の季節変動およびゆで調理による減少を報告したが⁸⁾、産地や季節によりその量はかなり変化することが認められた。そこで、本研究ではホウレンソウのシュウ酸含量が同じ産地で季節によりどのくらい変動するのか調べ、さらに、ゆでることによる減少、そして官能検査によるえぐみとシュウ酸量との関連性について検討を行った。また、シュウ酸と結合している⁹⁾と言われる無機成分のカリウム（以後K）含量の変動についても調べた。

実験方法

1. 試料

ホウレンソウは、2000年5月～2001年3月にかけて、宮城県の中央部に位置するW町および仙台市Y地区の農家より入手した。ホウレンソウの品種は栽培の時期により異なるが、できるだけ同じ生産者あるいは隣接地のものとした。

2. 試料の調製

ホウレンソウ重量の10倍量の蒸留水に精製塩1%を加えた沸騰水で1分間ゆでた後、5倍量の蒸留水に1分間さらし、その後、水を取りかえ、同様に4分間さらした後、最初の80%重量にしぼった。

3. シュウ酸および無機成分の分析

生、ゆでホウレンソウの根の部分1cmを切り取り、それ以外の葉身、葉柄すべてをみじん切りし混和した後、遊離シュウ酸用は試料の10倍量の蒸留水を加え、10,000rpmで10秒間ホモジナイズ（日本精機製作所BM-3）した。総シュウ酸用は同様にホモジナイズ後、20% HClを加え、最終濃度1%とした。それぞれ希釈、

* 尚絅学院大学
(Shokei Gakuin College)

ホウレンソウ中のシュウ酸およびカリウム含量の季節変動と調理による変化

表1. ホウレンソウの品種、栽培方法と水分含量

		5月	6月	7月	9月	10月	11月	1月	2月	3月
W町	栽培方法	ハウス	ハウス	ハウス	ハウス	ハウス	ハウス	ハウス	ハウス	ハウス
	品種	サンピア	プリウス	プリウス	ジョーカー	ジョーカー	シーバス	シーバス	シーバス	アールフォー
	水分含量 (%)	92.3	93.7	91.9	93.2	92.4	89.0	89.7	90.1	90.4
Y地区	栽培方法	露地	ハウス		露地	露地	露地	露地	露地	露地
	品種	トニック	トニック		サマーワン	まほろば	まほろば	まほろば	まほろば	まほろば
	水分含量 (%)	93.1	93.6		92.2	92.0	85.9	86.2	86.9	91.8

W町産収穫日数：5月は40日，6月～9月は30日，10月～11月は40日，1～3月は50日～100日くらいである。

Y地区産収穫日数：5月は50日，6月は40日，9月は30日，10月～11月は40～50日，1～3月は60～100日くらいである。

1株あたりの重量と長さ：夏期は20～30g，秋～冬期は30～50g，長さは周年25～30cmである。

静置後ろ過し，ろ液をマイクロフィルターに通し，HPLC (Waters LC-モジュール1) で分析した¹⁰⁾。

KおよびNaの定量は，みじん切りにした試料100gに蒸留水200mlを加え，ホモジナイズ後，3,500rpm 15分間遠心分離を行い，上澄液を水可溶区分，残渣を水不溶区分とし，それぞれを原子吸光光度計 (日立Z-8230) で行った。

4. 官能検査

色，食感，えぐみ，総合評価の4項目について，5点評価法で女子短大生および教員9名のパネルにより行なった。なお，えぐみの評価基準は，えぐみがまったく感じられないときを-2，えぐみが非常に強いときを+2の5段階で明示し，パネルに判定させた。

結果および考察

1. ホウレンソウの品種・栽培方法と水分含量

ホウレンソウの品種，栽培方法と水分含量を表1に示した。W町産はすべてハウス栽培，Y地区産はほとんどが露地栽培である。水分含量は約86%～94%であり，両地区ともに夏期が多く冬期が少ない傾向だった。特に，露地栽培は水分含量の差が大きかった。同じ品種，同じ栽培方法でも月により6%の差がみられた。植物の地上部分の蒸散作用は気候に大きな影響を受けるし，また植物は土壌中の水分を吸収している¹¹⁾土壌中の水分量にも影響されるため露地栽培の方がハウス栽培より影響が大きかったものと推察される。

2. ホウレンソウの総シュウ酸含量

W町産の生，ゆでホウレンソウの総シュウ酸含量を図1に示した。年間の生ホウレンソウの総シュウ酸含量は約400mg%～850mg%の範囲であり，1～2月が400mg%前後で少なかった以外は600mg%以上だった。11～2月は同じ品種であるにもかかわらず350mg%以上の差がみられ，1，2月は11月と比べて約半分の値だった。これらは同じ生産者であり，また同じ栽

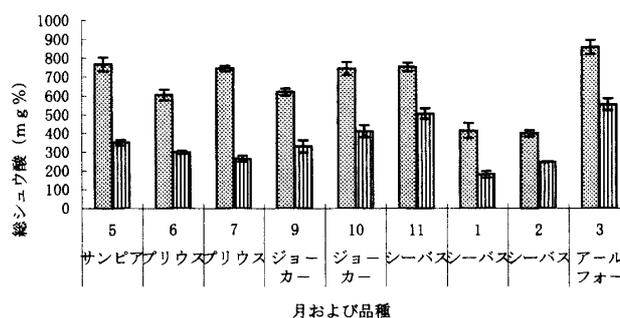


図1. W町産ホウレンソウの総シュウ酸含量

■ 生 ▨ ゆで

月間：p<0.01で有意性あり

培方法であることから，栽培の時期や生育ステージ¹⁾³⁾⁴⁾¹²⁾などが影響しているのではないかと考えられる。なお，今回は市場出荷適期のものを収穫しているので生育期間は必ずしも一定していない。冬期は夏期に比べて生育日数が長くなるが，そのことも影響しているのではないかと考えられる。このことに関しては今後，検討する予定である。シュウ酸含量は栽培時期による差はみられないという報告もあるが²⁾，渡邊ら⁴⁾の「秋収穫品の方が冬収穫品よりもシュウ酸含量が高い」という報告，また，香川¹⁾の「高温，長日条件はシュウ酸の生成を増加させることを示唆している」との報告と今回の結果は同様の傾向を示した。

ゆでホウレンソウの総シュウ酸含量は200mg%弱から500mg%強であり，平均すると生の約53%であった。

Y地区産の生，ゆでホウレンソウの総シュウ酸含量を図2に示した。W町に比べて全般に少なく，生ホウレンソウの総シュウ酸含量は年間を通して700mg%以下である。W町産は年間の変動が大きかったが，Y地区産は変動が小さく，「まほろば」品種は常に少なく，季節変化も少なかった。ゆでることにより生の約60%に減少していた。山田ら¹³⁾の報告では1分ゆで+1分

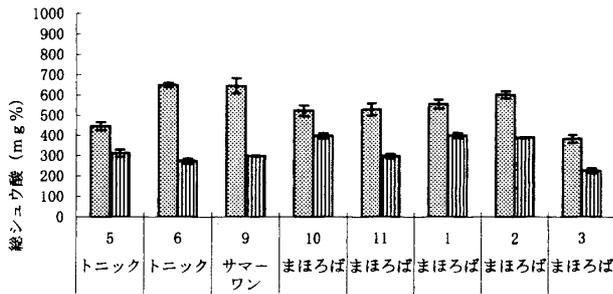


図2. Y地区産ホウレンソウの総シュウ酸含量
 ■ 生 ■ ゆで
 月間: $p < 0.01$ で有意性あり

水さらしをすると76%の残存であった。また、岩崎ら¹⁴⁾の報告でも似たような結果であり、今回の残存率は条件の違いや季節を考慮すれば妥当な値と考えられる。

なお、ボンフェローニの検定を行った結果、両地区共に季節変動は有意だったが、WとYとの間は有意な差ではなかった。

3. 遊離シュウ酸の割合とゆで後の残存率

総シュウ酸における遊離シュウ酸の割合を図3、ゆで後の残存率を図4に示した。W町の方がY地区に比べて遊離シュウ酸の割合がやや高い傾向だった。また、遊離シュウ酸の割合は冬期がやや低く、残存率は夏より冬が高い傾向だった。これらは品種の違いあるいは生育日数の違いによるものと考えられる。夏のホウレンソウは生育日数が短いため細胞壁のセルロース量が少なく¹⁵⁾厚味も薄く加熱調理をした場合細胞壁

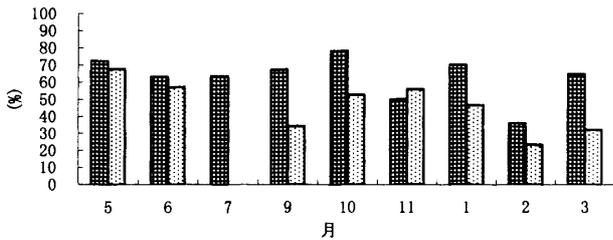


図3. 総シュウ酸における遊離シュウ酸の割合
 ■ W町 ■ Y地区

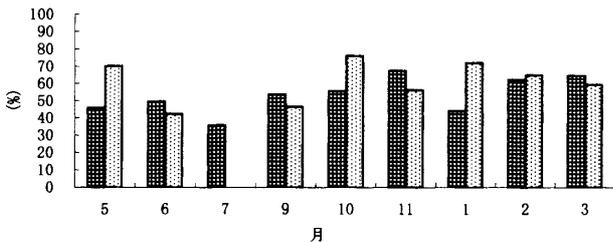


図4. 総シュウ酸のゆで後の残存率
 ■ W町 ■ Y地区

の損傷が大きく、シュウ酸の流失が多くなったものと推察される。

4. ゆでホウレンソウの遊離シュウ酸含量とえぐみの官能評価

ゆでホウレンソウの遊離シュウ酸含量とえぐみの官能評価を図5に示した。えぐみは-2に近づくほど感じられないことを表しているが、えぐみはほぼすべての月でW町の方がY地区より強く、5月、11月は1%の危険率で、また、9月、3月は5%の危険率でW町の方がY地区より有意にえぐみを強く感じた。W町の場合、6~7月と9~10月、11~2月は同じ品種、同じ畑であるにもかかわらず遊離シュウ酸量に300mg%以上の差があり、また11月のW町とY地区の差は260mg%、3月の差は267mg%であった。これらのことがえぐみの差になっているものと考えられる。ゆでホウレンソウの遊離シュウ酸量とえぐみの感じ方は必ずしも一致しない場合もあるが¹⁶⁾、今回のW町の結果では遊離シュウ酸量が多ければえぐみが強いということが相関係数の検定の結果確認された。

5. 総シュウ酸含量とK含量

W町産ホウレンソウにおける総シュウ酸含量とK含量を図6に、Y地区産を図7に示した。いずれも総シュウ酸含量とK含量はよく似た月別変動を示した。W町の相関係数は0.64、Y地区のそれは0.48であり、総シュウ酸含量とK含量の検定の結果は有意ではなかったが、しかし相関の傾向は認められた。この事は市販ホウレンソウにおいてもまったく同じであった⁸⁾。田中ら¹⁷⁾は11月期、1月期、3月期採取のホウレンソウでは3月期採取ホウレンソウのKが著しく少なく、植物の成熟に伴うためであろうと述べている。

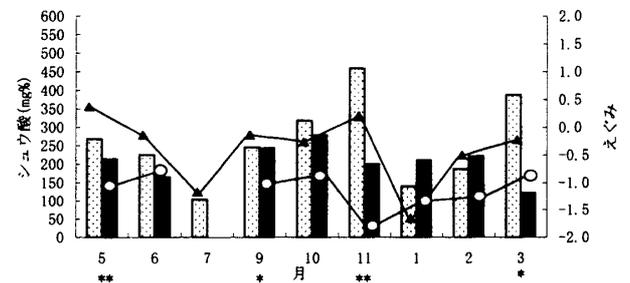


図5. ゆでホウレンソウの遊離シュウ酸含量とえぐみの官能値
 ■ W シュウ酸 ■ Y シュウ酸
 ▲ W えぐみ ○ Y えぐみ
 2...えぐみが非常に強い
 -2...えぐみがまったく感じられない
 えぐみ.....W:Y ** 1%の危険率で有意差あり
 * 5%の危険率で有意差あり
 えぐみ:シュウ酸 W町 $p < 0.05$ で有意性あり

ホウレンソウ中のシュウ酸およびカリウム含量の季節変動と調理による変化

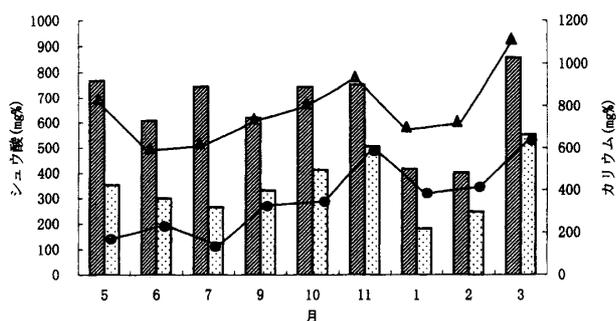


図 6. W 町産ホウレンソウ総シュウ酸含量とカリウム含量
 ■ シュウ酸 生 ▨ シュウ酸 ゆで
 ▲ カリウム 生 ● カリウム ゆで

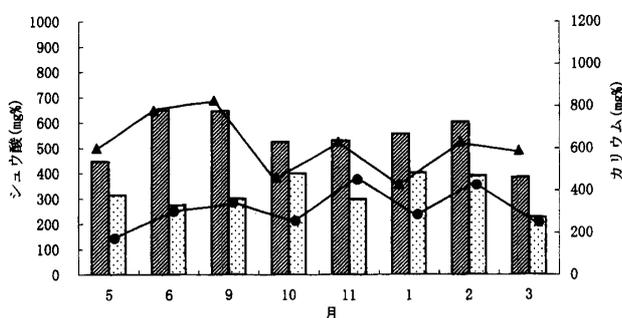


図 7. Y 地区産ホウレンソウ総シュウ酸含量とカリウム含量
 ■ シュウ酸 生 ▨ シュウ酸 ゆで
 ▲ カリウム 生 ● カリウム ゆで

しかし、今回は必ずしも3月期採取が少ないわけではなかった。植物においてKは他の無機成分に比して非常に含有量が多く植物の生理上何らかの作用を担っているものと思われるが、田中は¹⁸⁾硝酸還元-シュウ酸生成反応モデルにおいて細胞質の液胞にシュウ酸イオンおよびKイオンの存在を明記している。

また同じ無機成分であり山菜のあく成分の1つと考えられている¹⁹⁾カルシウムは、ホウレンソウ中にはシュウ酸カルシウムとしての結合型と非結合型として存在し、煮沸による溶出がきわめて少ないとの報告²⁰⁾²¹⁾がある。また一方でホウレンソウ中のカルシウムの大部分はシュウ酸カルシウムとして存在するのではないとの報告²²⁾もある。えぐみ成分としてシュウ酸カルシウムの存在があげられている²³⁾が上記のようにホウレンソウ中のカルシウムは不溶の状態であればえぐみに関与している関わりは少ないと考えられる。

ゆでホウレンソウのK含量とえぐみの官能値を図8に示した。Kは一部シュウ酸塩あるいはKイオンとして存在し、加熱調理操作やその後の水さらしによって溶出し、えぐみに何らかの影響を及ぼしているのではないかと考えられる。K含量が500mg%を越える

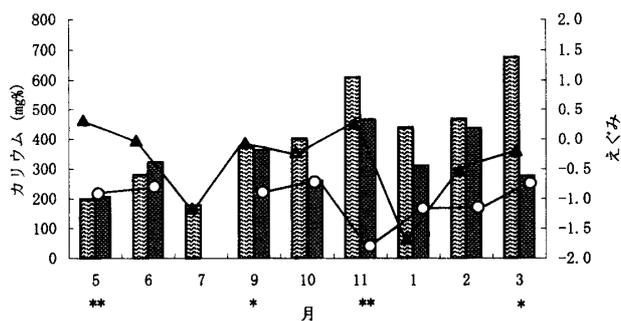


図 8. ゆでホウレンソウのカリウム含量とえぐみの官能値
 ▨ W カリウム ■ Y カリウム
 ▲ W えぐみ ○ Y えぐみ
 えぐみ 2…えぐみが非常に強い
 -2…えぐみがまったく感じられない
 えぐみ W:Y ** 1%の危険率で有意差あり
 * 5%の危険率で有意差あり

とえぐみを感じると言われて²⁴⁾いることから今回のホウレンソウのえぐみにシュウ酸だけでなくKも何らかの影響を及ぼしているのではないかと推察される。なお、ゆでホウレンソウの総シュウ酸含量とK含量の変動も同じ傾向を示し、ゆで後のシュウ酸の残存率が高いと、ゆで後のKの残存率も高いという傾向であった。以上のことから、K含量が多いものはシュウ酸含量が多く、えぐみも強いことが示唆された。

要 約

ホウレンソウのシュウ酸含量が同じ産地で季節によりどのくらい変動するのか、さらにゆで調理による変化や無機成分の変動について2カ所で調べた。次の結果が得られた。

1. 水分含量は夏期には多く、冬期には少ない傾向だった。それは特に露地栽培で顕著だった。
2. 同じ産地、生産者、同じ品種であっても月により総シュウ酸含量は300mg%以上の変動があった。しかし、変動幅が大きい地区と小さい地区がみられた。
3. ゆで後の総シュウ酸の残存率は夏より冬が高い傾向だった。
4. ゆでホウレンソウの遊離シュウ酸の値が高いとえぐみが強かった。
5. K含量とシュウ酸含量は月別変動が同じ傾向を示した。
6. K含量が多いものはシュウ酸含量が多く、えぐみも強いことが示唆された。

本報告の一部は日本調理科学会平成14年度大会において発表した。

試料採取に当たりご協力をいただきましたJAみどりの佐々木勝彦氏、仙台市太白区阿部忠弘氏に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 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, 岐阜女子大紀要, **16**, 13-18
- 2) 吉田企世子(1998), 生育条件と野菜の栄養成分・調理性との関係, 栄養学雑誌, **56**, 1-9
- 3) 吉井年彦, 中川勝也, 小林保, 時枝茂行, 永井耕介(1998), 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
- 4) 渡邊容子, 内山聡子, 吉田企世子(1994), 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, 園学雑, **62**, 889-895
- 5) 広岡幹也, 杉山信男(1992), ホウレンソウの葉のシュウ酸濃度に及ぼす成長速度の影響, 園学雑, **62**, 575-579
- 6) 清田マキ, 関根康子, 藤代岳雄, 岡充, 小泉典子(1996), 土耕および水耕におけるホウレンソウの成分および生食の食味の差異, 栄養と食糧, **49**, 107-112
- 7) 松本真悟, 阿江教治, 山縣真人(1999), 有機質肥料の施行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, 土肥誌, **70**, 31-38
- 8) 和泉真喜子(2000), 市販ほうれんそうにおけるシュウ酸含量の周年変動と調理による変化, 尚絢女学院短大研究報告, **47**, 99-104
- 9) 吉田企世子編(1991), 野菜 畑から食卓まで, 栄大選書, 東京, 286
- 10) 安井明美, 永井利郎, 小泉英夫(1992), ノンサプレッサイオンクロマトグラフィーによる野菜中の硝酸イオン, 硫酸イオンおよびシュウ酸イオンの定量, 日本食品工業学会誌, **39**, 722-725
- 11) 増田芳雄著(2001), 植物生理学「改訂版」, 培風館, 東京, 122
- 12) 山田千佳子, 廣澤成美, 吉田企世子(2001), ホウレンソウの生育過程における蓚酸合成に関する研究, 第55回栄養・食糧学会大会講演要旨集, 142
- 13) 山田千佳子, 渡邊容子, 吉田企世子(1999), ホウレンソウのゆで調理におけるシュウ酸, 硝酸および還元糖含量の変化, 女子栄養大紀要, **30**, 135-140
- 14) 岩崎康男, 諸沢経子(1963), ほうれん草の調理による含有しゅう酸の消長, 日本女子大紀要, **10**, 16-22
- 15) 増田芳雄著(2001), 植物生理学「改訂版」, 培風館, 東京, 14
- 16) 和泉真喜子(1998), 加熱条件によるほうれんそうのシュウ酸含量と食味との関連, 尚絢女学院短大研究報告, **45**, 185-190
- 17) 田中知恵, 高田真紀子, 飯盛和代(2002), 栽培時期によるホウレンソウの無機成分の変動について—根の有用性—, 日本食生活学会誌, **12**, 301-305
- 18) 田中福代(1999), ホウレンソウ中のシュウ酸集積の生理的意義, 総合農業試験研究平成11年度研究成果情報
- 19) 畑明美, 南光美子(1983), ワラビ中の無機成分含量に及ぼすあく抜き処理の影響, 調理科学, **16**, 116-121
- 20) 石井裕子(1991), 煮沸によるホウレンソウ中のシュウ酸カルシウム量と結晶の変化, 日本化学会誌, 316-320
- 21) 岩井巖, 佐藤生一, 鷺見裕子, 田口和子(1984), 野菜中のカルシウムについて, 家政誌, **35**, 364-367
- 22) Shigeshi Kikunaga, Hiroko Ishi, Setsuko Imada, Masayuki Takahashi (1995), Correlation between the Bioavailability of Magnesium, Other Minerals and Oxalic Acid in Spinach, 家政誌, **46**, 3-9
- 23) 山崎清子, 島田キミエ, 渋谷祥子, 下村道子(2003), 新版調理と理論, 同文書院, 東京, 425
- 24) 河野友美, 沢野勉, 杉田浩一(1975), 調理科学事典, 医歯薬出版, 東京, 3

(2003年9月8日受理)