

調理による野菜の色素の変化 (第2報)

—青梗菜の緑色について—

大久保 洋子

I 緒 言

食事の際、食欲増進や減退に影響する要因のひとつに視覚的な色調があげられる。各種栄養素と色素の関連も多く研究されている。最近のものでは小高ら¹⁾により、緑色野菜中のビタミンK₁とクロロフィルの含量は正の相関を示し、本実験に用いた青梗菜 (Chingentsuai) の V. K₁/Chlorophyll は11であると報告されている。クロロフィルは熱、酸に不安定であるため、加熱調理を長時間行ったり、茹で水を酸性に傾かせる方法などをとるとクロロフィルのMgがはずれH₂が置換され、フェオフィチンとなり褐色化する。緑色を残す方法として茹で水に2%の食塩を加え、ブランチング時の緑色効果を得ることが出来る²⁾が機序は明らかにされていない。

本実験では、前報³⁾の塌菜に引き続いて、青梗菜を取り上げ、茹でた後の食酢水との影響を検討した。なお青梗菜は中国野菜中最もよく知られ、普及している葉菜で、すでに日本の市場に出荷されているものは日本で栽培されている。アブラナ科の植物で、葉柄は緑色で肉厚、アクが少なく肉類との油炒め、貝類とのスープ煮、お浸し、和え物と利用範囲が広い。十分に成長すると繊維が固くなるので漬物にも適する緑色野菜である。

II 実験方法

1. 試 料

小売店にて実験の都度購入し、水洗し、水気をふきとって用いた。ほうれん草は群馬県産、青梗菜は静岡産である。

2. 試料の調製

できるだけ均一な緑色の濃い部分の葉先を選び、葉脈部をはずして、直径1cmの円型に切り抜き混合し試料葉とした。

3. 加熱方法

蒸留水50mlに一定枚数(40枚)の葉を沸騰水に加え、1分間加熱後、ただちに氷水中にて5分冷却し、濾紙上にとり、水分を軽くふきとり茹で葉とした。

4. pHの測定

HORIBA-pH-METER F. 8L を用い室温にて測定。

5. クロロフィルの定量

青梗菜の試料を一定量乳鉢にとり、磨碎しメタノール5mlを加え濾過し、エーテルにて混和濾過を繰り返した後、数回水洗し、無水硫酸ナトリウムを加え、一晚冷蔵庫に入れ脱水、100mlに定容して700~350nm波長および600nm, 642.5nmを読みとり、Cormerら⁴⁾の式にて総クロロフィル、クロロフィルa、bを算出した。

6. 色調の測定

市販食酢を用い5%, 10%, 15%, 20%, 25%の食酢水を調製し, 試料の色調変化を経時的(1, 5, 10, 15, 30, 45, 60分)に測色色差計(日本電色ND-101DP型)にてLabより, 明度(Lightness) L値, 彩度(Saturation) $\sqrt{a^2+b^2}$ 値, 色相(Hue) $b/|a|$ 値および色差 ΔE ($\Delta E = \sqrt{(L_1-L_2)^2 + (a_1-a_2)^2 + (b_1-b_2)^2}$)を算出した。NBS単位(ΔE)により感覚的な差を判定した。

III 結果および考察

1. 食酢水のpH

表1に各食酢水のpHを示した。和え物や洋風料理におけるマヨネーズやドレッシング, 中華料理における溜(リウ)の甘酢あんである糖醋(タンツウ)などの材料に対する食酢の割合から5, 10, 15, 20, 25%を設定した。結果はpH 2.73~pH 3.0の間となった。

表1 食酢水におけるpH

	5%	10%	15%	20%	25%
pH	3.0	2.88	2.82	2.78	2.73

2. 生葉と茹で葉における色調

表2にほうれん草と青梗菜の色調を示した。生葉と茹で葉を比較するとほうれん草の方が ΔE 値1.2程高い値を示した。両者の間にわずかな同条件での差がみられた。 ΔE 値12以上は感覚的な差はvery much(多大に)である。また ΔL , Δa , Δb よりほうれん草の茹で葉は生葉に対して緑味2.2大, 黄味6.68小を示し, 青梗菜の茹で葉は生葉に比して緑味1.64大, 黄味5.34小を示し, 明度においてはほうれん草は12.49 WHITに遠く, 青梗菜も11.88遠い値を示した。このことは肉眼においても茹で葉の方が鮮やかな色を呈するこ

とを判明できる。

表2 生葉と茹で葉の色調の変化

	L	$\sqrt{a^2+b^2}$	b/ a	ΔE
ほうれん草 生葉	41.18	18.37	1.74	
ほうれん草 茹で葉(1分)	28.69	11.57	1.33	14.33
青梗菜 生葉	39.83	17.96	1.65	
青梗菜 茹で葉(1分)	27.95	12.62	1.31	13.13

3. 青梗菜の調理によるクロロフィルの変化

表3に青梗菜の生葉, 茹で葉および茹で葉の食酢水浸漬の影響を示した。前報³⁾のほうれん草, 塌菜と比較すると青梗菜の生葉に対するクロロフィルの残存率は87.2%を示し, ほうれん草92.3%に次ぐ値で, 塌菜は83.8%であった。沸騰水で茹でる場合, 試料を加えた時の温度が高いとクロロフィラーゼは不活性化される。クロロフィラーゼの活性化は71℃付近であり, クロロフィルをクロロフィリンに変え, 加熱初期に鮮やかな緑色を呈することが知られている。⁵⁾しかし, 加熱時間が長くなったり, 放置時間が長いとフェオフィチン量が増加し, 緑色は褐変していく。今回の実験では3種類の野菜の残存率が1分において92.3%から83.8%と約9%の開きがあるので他の野菜を含めて, 10分位までの区分の変化を検討することを今後の課題にしたい。クロロフィラーゼと温度による差であると思われる。

食酢水に浸漬した場合の残存率を5%, 25%について1分, 10分を検討した。5%1分の総クロロフィル残存率は99.7%とほとんど変化しないが, 5%10分, 25%1分と10分は約90%の残存率であった。pH 3.0とpH 2.73における溶液中で浸漬時間10分ではその差が見られず, 5%と25%の1分において10%の差が見られた。

表3 青梗菜の Chlorophyll

区分	Chlorophyll	(mg/L)	生葉に対する %	茹で葉に対する %
生葉	Chlorophyll a	1271.5	—	—
	Chlorophyll b	406.2		
	Total Chlorophyll	1675.5		
茹で葉	Chlorophyll a	1117.3	87.9	—
	Chlorophyll b	345.4	85.5	
	Total Chlorophyll	1460.8	87.2	
茹で葉 5%* 1分	Chlorophyll a	1122.6	88.3	100
	Chlorophyll b	335.2	82.5	97.0
	Total Chlorophyll	1455.9	86.9	99.7
茹で葉 25%* 1分	Chlorophyll a	1005.8	79.1	90.0
	Chlorophyll b	316.0	77.8	91.5
	Total Chlorophyll	1320.1	78.8	90.4
茹で葉 5%* 10分	Chlorophyll a	970.3	76.3	86.8
	Chlorophyll b	343.4	84.5	99.4
	Total Chlorophyll	1312.0	78.3	89.8
茹で葉 25%* 10分	Chlorophyll a	995.5	78.3	89.1
	Chlorophyll b	327.6	80.6	94.8
	Total Chlorophyll	1321.4	78.9	90.5

*食酢水%

4. ほうれん草、青梗菜における食酢水中の茹で葉の色調の変化

図1, 2に食酢水浸漬時間による茹で葉の色調の変化をΔEで示した。

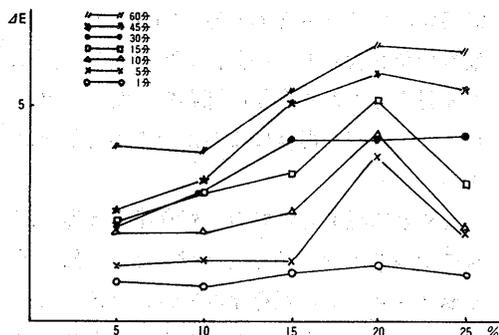


図1 ほうれん草における茹で葉の色調の変化

食酢水に浸漬しない茹で葉を対象としてΔEを算出した。NBS単位(ΔE)による感覚的差は次のようである。

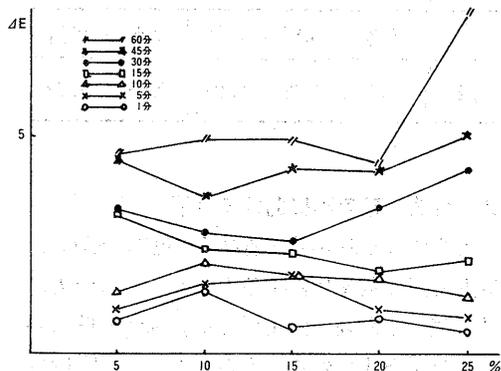


図2 青梗菜における茹で葉の色調の変化

NBS単位

- trace (かすかに) 0~0.5
- slight (わずかに) 0.5~1.5
- noticeable (感知せられる) 1.5~3.0
- (ほどに)
- appreciable (めだつほどに) 3.0~6.0
- much (大いに) 6.0~12.0
- very much (多大に) 12.0 以上

ほうれん草において、1分と5~10%の5分はslightとなり、5%の10~45分はnoticeableで濃度が高くなるにつれてappreciableに移行していく、muchになるのは20~25%の60分である。青梗菜においてはほうれん草に比べると30分を堺にしてΔEが高くなり、45分、60分はいずれの濃度においてもappreciableとなる。

従って青梗菜を肉眼的に差を見ることができるのは、それぞれの濃度において10分位からである。調味液として食酢を用いて和えたり、あんをからめたりする場合は、10分以内に食するよう調整した方がよい。何故なら、フェオフィチンの割合の多い暗黄緑色は調理の中では食欲をそそらない色とされているからである⁶⁾

5. 食酢水割合別生葉の色調の変化

図3, 4, 5, 6, 7に食酢水5%, 10%, 15%, 20%, 25%における生葉の色調の変化を前報の塌菜を含めて示した。

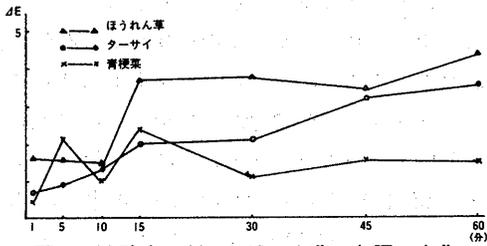


図3 食酢水5%における生葉の色調の変化

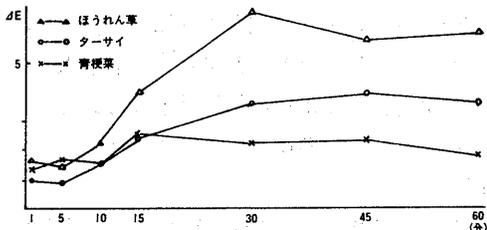


図4 食酢水10%における生葉の色調の変化

45分経過となるといずれもほうれん草が高い値を示し、次いで塌菜となり常に青梗菜が低くなる。5%から15%は3者の差が比較的

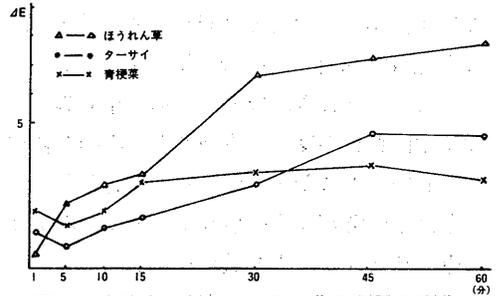


図5 食酢水15%における生葉の色調の変化

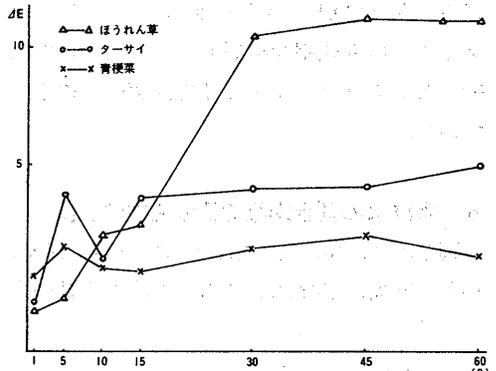


図6 食酢水20%における生葉の色調の変化

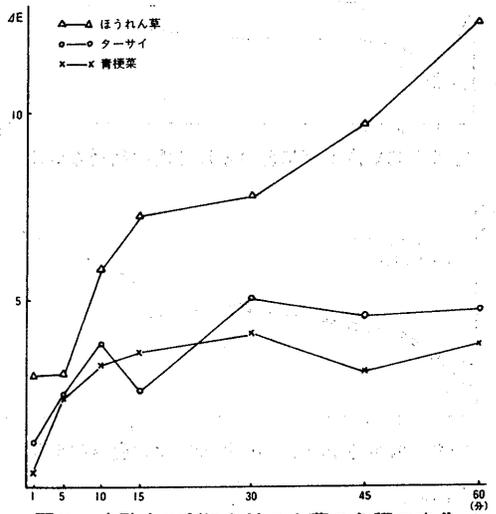


図7 食酢水25%における生葉の色調の変化

少ないが20%, 25%となるとほうれん草が高い値を示し、塌菜、青梗菜はΔE = 3~5位の値を示している。また5~20%まで30分からは3者とも、ほぼ横ばいとなる傾向にあるが、25%はさらにΔE値が高くなる。3者間

では1分から10分までは細かい変動があり、15分をすぎるとほうれん草が高い値を示した。このことより、ほうれん草の茹で葉の変化は中国野菜の場菜、青梗菜より色調の変化が激しいことになる。ただし、生葉を食することは中国野菜は用いられず、ほうれん草は最近サラダなどに生で供することがあるので、その際はドレッシング等をかけてから、時間をおかない方がよい。中林⁷⁾はほうれん草の緑色に及ぼすpHと温度の影響についてフェオフィチンの変化率を検討し、pH 5 以下では0°Cでもクロロフィルの変色は速いと報告している。

6. 食酢水の割合別茹で葉の色調の変化

図8, 9, 10, 11, 12に食酢水5%, 10%, 15%, 20%, 25%における茹で葉の色調の変

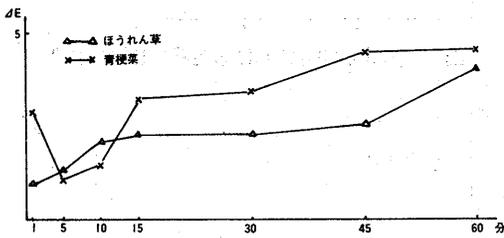


図8 食酢水5%における茹で葉の色調の変化

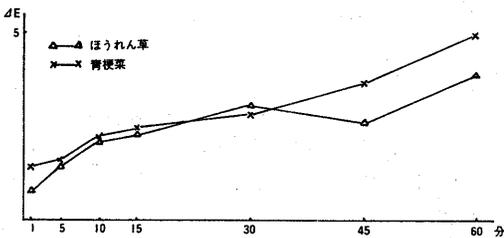


図9 食酢水10%における茹で葉の色調の変化

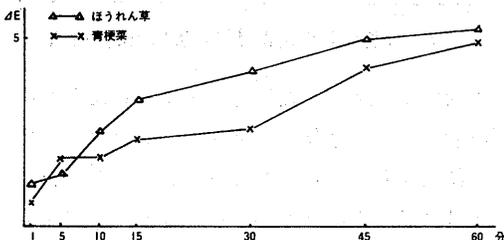


図10 食酢水15%における茹で葉の色調の変化

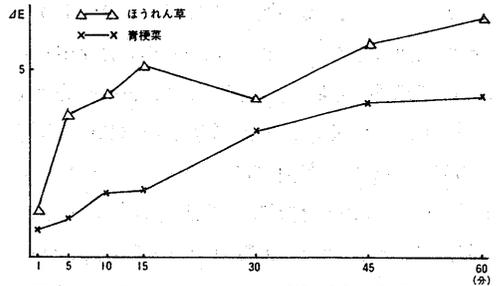


図11 食酢水20%における茹で葉の色調の変化

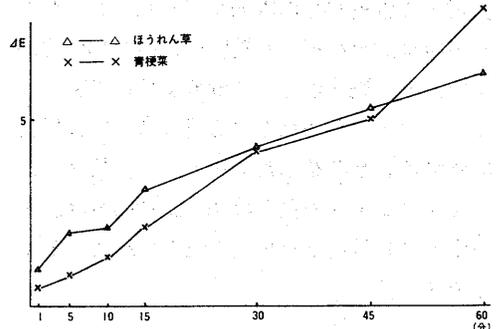


図12 食酢水25%における茹で葉の色調の変化

化を示した。

茹で葉になると、生葉の時のようにほうれん草と青梗菜の間における差は食酢水20%に見られるだけで著しい差はなくなる。茹でることでクロロフィラーゼの活性が不活性化されたと考えるとほうれん草の生葉におけるクロロフィラーゼの働きは青梗菜のそれに比して高いということになる。中林⁷⁾の報告によるとpH 2.5でフェオフィチンの変化率は約75% (ただし60分後)、温度20°CでpH 3.0の時、約60% (60分後)、約43% (15分後)と報告されている。今回茹でる場合、食塩は添加しないで行ったが、梶田ら²⁾は蒸留水のみより2%食塩水が緑色保持効果大であるとしているので今後食塩添加湯で茹でた場合を検討したい。

また、佐伯ら⁸⁾によるとクロロフィルの熱分解にタンニンが関与すると報告している。ほうれん草中のタンニンはごくわずかであるが茹でることにより除かれると生葉と茹で葉との色調差の原因のひとつと考えられる。食品

中のクロロフィルの熱安定性については倉田ら⁹⁾、長谷川ら¹⁰⁾の報告もある。また青梗菜については貯蔵における鮮度保持について畑江ら¹¹⁾の報告がある。

IV 要 約

緑色野菜である青梗菜の緑色について、生菜と茹で葉、茹で葉における食酢水浸漬の経時的变化を検討した。

1. 測色色差計による生菜と茹で葉の色調の変化は対象として用いたほうれん草の方が ΔE 値で1.2程高かった。青梗菜の茹で葉は生菜に比して緑味+1.64, 黄味-5.34, 明度-11.88となった。
2. クロロフィルの残存率は1分茹で葉は生菜に対して青梗菜87.2%であった。これはほうれん草より低く、塌菜より高い値である。食酢水5%と25%に1分, 10分浸漬した場合5%1分の残存率は99.7%で, 他は約90%であった。
3. 食酢水中の青梗菜茹で葉の色調の変化は, ほうれん草に比べると, 食酢水20%において差が見られ, 全体としては45分, 60分で appreciable となった。肉眼的にも10分位から noticeable の範囲に入るので, 調味液に食酢を用いる時は, 調味してから供するまで10分以上おかないようにすることが望まれる。

実験を行うにあたり, 測色色差計を快くお貸し下さいました本大学教授泉敬子先生と研究室の皆様へ深謝いたします。

参考文献

- 1) 小高要, 氏家隆, 上野順土, 齊藤實; 日本栄養・食糧学会誌, 39, 124 (1986)
- 2) 梶田武俊, 高橋里香, 藤田かほる, 中西洋子, 丸山悦子; 家政学研究, 31, 134 (1985)
- 3) 大久保洋子; 本誌, 31, 34 (1987)
- 4) C. L. Corner, F. P. Zscheile; *Plant Physiol.*, 17, 198 (1942)
- 5) 浦上智子; 調理科学実験とその応用, 145, 理工学社 (1984)
- 6) 鎌田栄基, 片山脩; 食品の色, 1, 光琳 (1977)
- 7) 中林敏郎; 日食工誌, 33, 835 (1986)
- 8) 佐伯俊子, 中西洋子, 瀬戸美江, 丸山悦子, 梶田武俊; 調理科学会研究発表要旨集, 46, (1988)
- 9) 倉田元子, 奥村江里子, 石井智恵美, 表美守; 調理科学会研究発表要旨集, 46, (1988)
- 10) 長谷川明子, 南出隆久, 畑明美; 調理科学会研究発表要旨集, 47, (1988)
- 11) 畑江敬子, 丸山美貴, 松本美鈴, 島田淳子; 日本家政学会研究発表要旨集, 92, (1988)