

# 調理による野菜の色素の変化

## 場菜のクロロフィルについて

大久保 洋 子

### I 緒 言

緑色野菜を調理する場合、その色の変化は嗜好的価値を左右する。従って調理や貯蔵中におけるクロロフィルの変化が多数報告されている。加熱調理を行うとクロロフィルの分解がおこり色調の劣化がよく見られる。古谷<sup>1)</sup>らは茶葉中のクロロフィルは製造中の加熱のためフェオフィリンを生ずると述べている。クロロフィルの分解に関与する因子としてはクロロフィラーゼ、光、温度およびpHの影響が考えられる。クロロフィラーゼは温度25°C、pH8.3附近で著しい活性を示す。五十嵐<sup>2)</sup>らはクロロフィルの加熱変化は酵素作用によらず、主として加熱による科学的变化であるとしている。最近の報告には、渋川<sup>3)</sup>らのほうれん草を食塩水で茹でた場合、青寄せ<sup>4)</sup>、漬物<sup>5)</sup>、キュウイ<sup>6)</sup>のクロロフィルに関する研究がある。

クロロフィルの調味料に対する影響として溶液中の変化に関する研究はなされているが直接調味料を加えた研究は見あたらない。

本報は前報<sup>8)</sup>に続いて、特に緑色の濃い中国野菜の場菜について、調味料の及ぼす影響をi)生の状態での添加直後と24時間後。ii)茹でた後に添加した場合と茹で時間によるクロロフィルの変化を検討した。

場菜は直径20~30cmに平たく広がる冬野菜で、葉と軸を食用とする。場はつぶれるという意味である。冬野菜ではあるが一年中市場に出まわっている。夏には青梗菜などと同様

の形状を示している。炒め物、煮物、汁の味およびあえ物に利用される。

### II 実験方法

#### 1. 試料

小売店で実験の都度購入し、葉先のみを使用。緑色の濃い部分を選び、葉脈を出来るだけはずして、直径1cmの芯抜きで切り抜き、均一に混和し、試料として用いた。ほうれん草も同様の処理を行った。

#### 2. 調味料

食塩(クッキングソルト、塩化ナトリウム99%以上、炭酸マグネシウム0.4%)、砂糖(上白糖)、白みそ(塩分6.1%)、食酢(米酢、醸造酢)を用いた。

#### 3. 加熱方法

蒸留水24mlを試験管にとり、沸騰湯溶中にて、95±3°Cの状態を試料0.4gを加え、3分間加熱し、ただちに氷水中にて5分間冷却、濾紙上にて乾燥した。茹で時間の変化については1分、3分、5分加熱を行った。

#### 4. 測定方法

##### i) 色素の抽出

一定量の試料を乳鉢にとり、磨砕し、メタノール5mlを加え、混和濾過し、エーテルにて残渣より色素が出なくなるまで混和濾過を繰り返す。数回水洗し、無水硫酸ナトリウムを加え、一晚冷蔵脱水後100mlに定容し、分光

光度計にて700~350nm 波長を測定。また600 nm および642.5nm を読みとり、総クロロフィル量、クロロフィル a、クロロフィル b 量を Comar<sup>7)</sup>らの式にて算出した。

#### ii) TLC による色素分画

抽出液を濃縮し、TLC 分画を行った。吸着剤はアビセル SF、展開溶媒は、n-ヘキサン：アセトン：n-プロパノール=90：10：0.45を用いた。Rf 値を測定後、濃度計(島津クロマトスキャナ CS-900)にてクロロフィル a、クロロフィル b、フェオフィチン a の濃度比を求め、総クロロフィルに乗じて含有量を算出した。

### III 結果および考察

#### 1. 塌菜調製時の pH

添加直後における pH 測定値は表 1 の如くであった。食酢の pH4.4 以外は pH5.8~6.2 の間であり、ほうれん草の場合とほぼ同様の値を示した。

表 1 塌菜調製時の pH

区 分	塌 菜	ほうれん草*
無 添 加	5.8	6.0
食 塩	6.2	6.0
砂 糖	6.0	5.8
み そ	5.8	5.8
食 酢	4.4	4.6

\*前報<sup>8)</sup>より

表 2 塌菜における総 Chlorophyll 量

区 分	Chlorophyll (mg/L)	時 間		24 hr / 0 hr (%)
		0 hr	24 hr	
無 添 加	Chlorophyll a	1745.0	1710.0	97.9
	Chlorophyll b	762.5	742.5	97.4
	Total Chlorophyll	2505.0	2450.0	97.8
食 塩	Chlorophyll a	1820.0	1575.0	86.5
	Chlorophyll b	785.0	677.5	86.3
	Total Chlorophyll	2600.0	2250.0	86.5
砂 糖	Chlorophyll a	1660.0	1482.5	88.9
	Chlorophyll b	715.0	695.0	97.2
	Total Chlorophyll	2370.0	2172.5	91.7
み そ	Chlorophyll a	1600.0	1480.0	92.5
	Chlorophyll b	722.5	620.0	85.8
	Total Chlorophyll	2320.0	2097.5	90.4
食 酢	Chlorophyll a	1460.0	1272.5	87.2
	Chlorophyll b	810.0	652.5	80.6
	Total Chlorophyll	2265.0	1925.0	85.0

## 2. 総クロロフィルの変化

表2に示すように添加直後(0時間)に対する24時間後の総クロロフィルの割合は無添加97.8%, 砂糖91.7%, 食塩86.5%, みそ90.4%, 食酢85.0%となった。前報<sup>8)</sup>のほうれん草に比較すると、食酢においてほうれん草の74.7%より高い値を示した。変化の割合は食塩と食酢が80%台であるが、食酢は添加直後にすでに食塩の87%を示しているため、変化の割合が高く出たと考えられる。無添加0時間に対する食酢添加直後の総クロロフィルの

割合はほうれん草92.5%に対し、塌菜は90.4%である。24時間後はほうれん草75.1%, 塌菜78.6%を示し、その差が17.4のほうれん草に比較して、塌菜は11.8を示したので、塌菜の方が食酢に対して安定を示したと言える。今後葉菜類の緑色の濃淡と安定度の関係を検討する必要がある。

## 3. 分画色素の推定

塌菜無添加試料のTLCは図2の如く、9層に分画され、クロロフィルに由来する層は5分画となった。ほうれん草、山椒と同様で

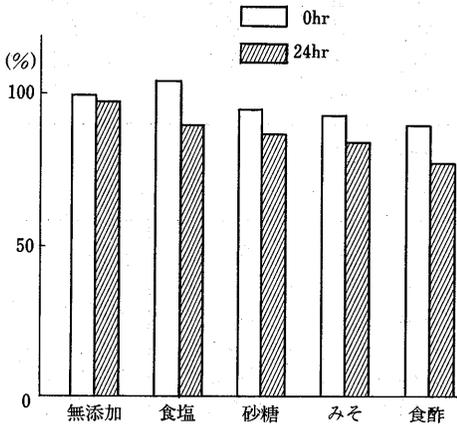


図1 塌菜の総クロロフィル量の変化 (無添加=100)

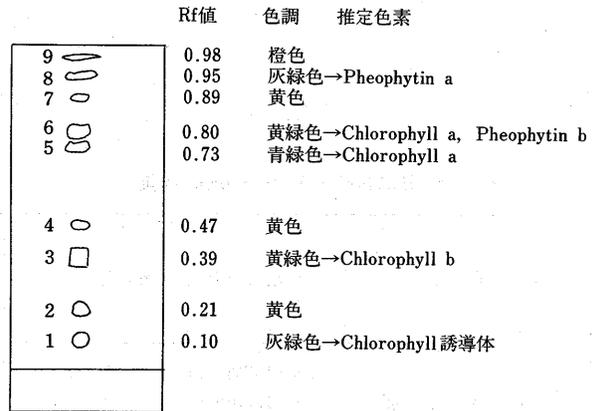


図2 塌菜無添加におけるTLC

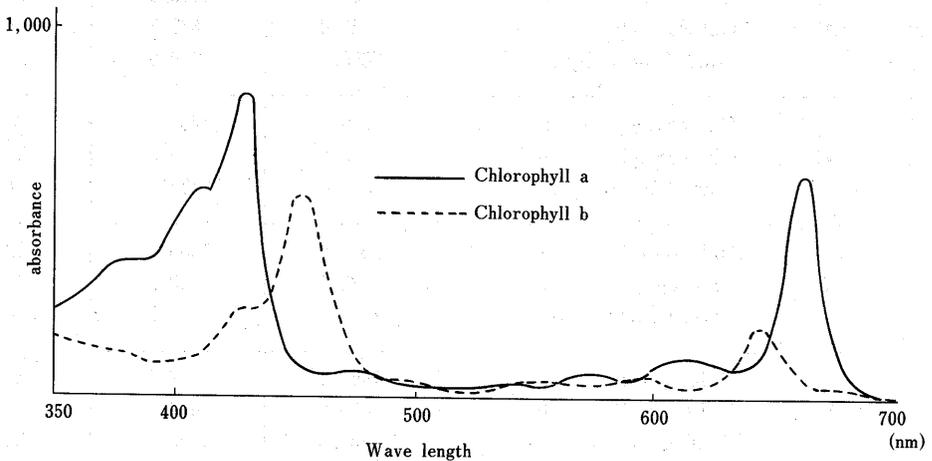


図3 Chlorophyll a,bの吸収曲線

あった。4分画の黄色帯はカロチノイド系色素で、ピオラキサンチン、ゼアキサンチン、 $\alpha$ -クリプトキサンチン、 $\beta$ -カロチンと考えられる<sup>4)</sup>。図3にクロロフィルa, クロロフィルbの吸収曲線を示した。

#### 4. 塌菜の分画色素に及ぼす調味料の影響

濃度計による分画色素の割合はフェオフィチンa, クロロフィルa (クロロフィルaとフェオフィチンbの混合物を含む), クロロフィルb (クロロフィル誘導体を含む) の3分画とした。

##### i) 生試料添加直後の場合

無添加を100として各調味料の影響の割合を図4に示した。食塩が高い値を示し103%, 食酢90%と添加直後はかなり安定であった。フェオフィチン量は砂糖が低く, 食塩, 無添加, みそと続き, 食酢は生試料の7.4倍と高率であったが肉眼的な色調の変化は見られなかった。

##### ii) 生試料24時間後の場合

24時間後の無添加の総クロロフィル量は生(0 hr)に比べると97.8%であった。図5に24時間後の総クロロフィル量を100として示

表3 Pheophytin aの割合(%)

区 分	時 間		24hr / 0 hr (%)
	0 hr	24hr	
無 添 加	3.2	5.4	168.8
食 塩	1.8	6.3	350.0
砂 糖	0.5	2.3	460.0
み そ	5.7	20.4	357.9
食 酢	26.2	63.1	240.8

した。前報同様, みそと食酢のフェオフィチン量が高い値を示した。表3にフェオフィチン量の変化を示した。やはり食酢はpHの影響でクロロフィルよりフェオフィチンの生成が高い。

##### iii) 茹でた場合

塌菜は食す時生では用いないため, 茹でてからの調味料の影響を図6に示した。食塩は無添加を100とした場合112%と高く, 砂糖, みそはほとんど変わらず, 食酢が94%と低い値を示したが, 生に比較すると高い。フェオフィチンの量を食酢について見ると, 生試料は無添加に対して8倍, 茹でた場合は2.4倍と低

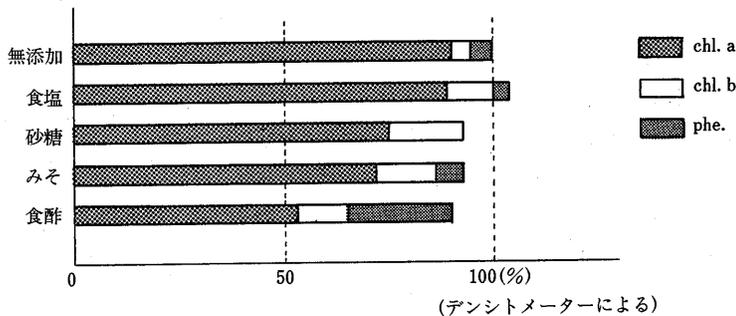


図4 塌菜 生(0hr)における調味料の及ぼす影響

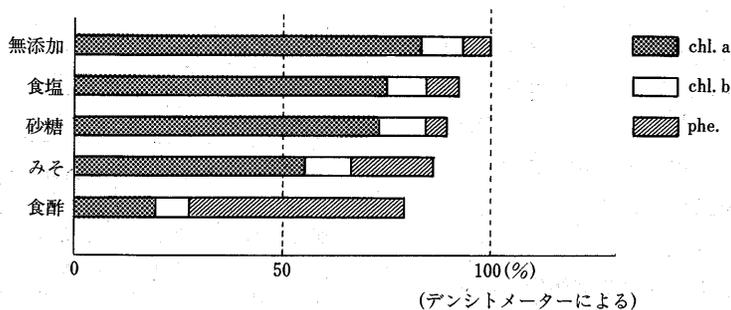


図5 塌菜 生(24hr)における調味料の及ぼす影響

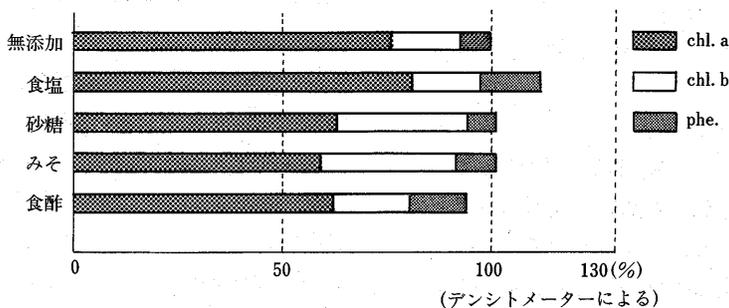


図6 塌菜 茹でた場合における調味料の及ぼす影響

い値を示した。茹でることによって酵素の活性がおさえられたことによると考えられる。また、いずれも食塩が安定であることは、Naが組織内に浸透しクロロフィル分子の一部と置換して緑色が安定化するためではないかと考えられる。梶田<sup>9)</sup>らはNaClを加えると緑色保持のほか組織の軟化防止にも効果があると報告している。

iv) 茹で時間による変化

ほうれん草と塌菜を蒸留水にて1分、3分、5分茹でた場合の変化を図7、8に示した。塌菜とほうれん草における茹で時間1分の場合、生に対する減少率は塌菜83.8%、ほうれん草92.3%と塌菜が低い値を示した。3分になると塌菜82.4%、ほうれん草80.1%となり、ほうれん草は茹で時間が長くなると減少していくのに対して、塌菜は3分、5分とあまり変化が見られなかった。ほうれん草は他の報告と同様の傾向であったので、野菜の種類に

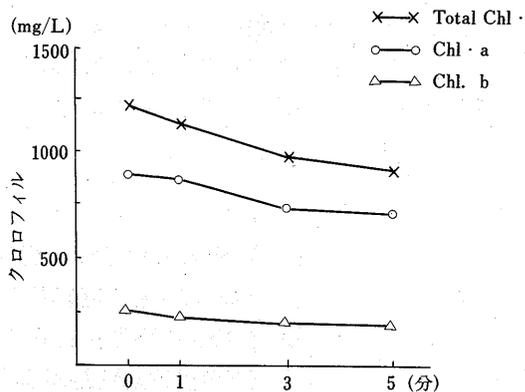


図7 茹で時間によるクロロフィルの変化

—ほうれん草—

より変化の仕方が異なると思われる。また南出<sup>10)</sup>らによるサヤエンドウの加熱による吸収曲線の変化と本実験の塌菜の吸収曲線の変化に違いが見られるので今後の課題にしたい。

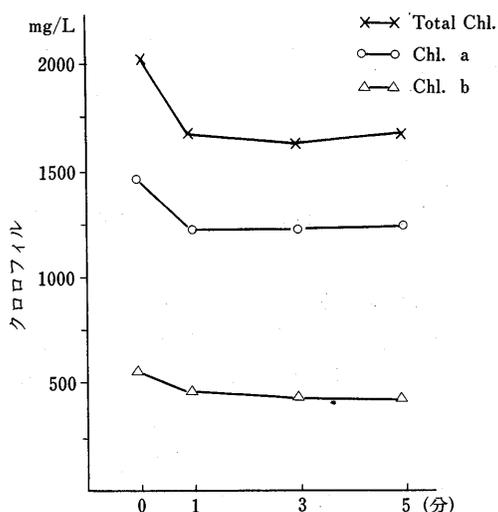


図8 茹で時間によるクロロフィルの変化  
—場菜—

#### IV 要約

最近中国野菜が一般に普及し、ほうれん草より緑色の濃い場菜について、調理によるクロロフィルの安定性を検討した。前報と同様に調味料の影響に加えて、茹でた場合について検討した。

1. 総クロロフィルの経時的変化は、無添加、砂糖、みその影響は90%以上を示した。食塩86.5%とほうれん草に比べて低く、食酢は85%と高い値を示した。しかし、クロロフィル残存量は無添加、食塩、砂糖、みそ、食酢の順であった。

2. 分画色素は9層となり、クロロフィルに由来する層5分画を得た。すなわち、クロロフィルa、クロロフィルb、フェオフィチンa、クロロフィルaとフェオフィチンbの混合物およびクロロフィル誘導体である。

3. フェオフィチンaの変化は無添加が低く食塩、砂糖、みそが高く、食酢は中間値であった。ほうれん草では調味料による差はなかったが場菜においては差がみられた。フェオフィチン量は食酢が最も高い。

4. 茹でた場合、ほうれん草は経時的に減少したのに対して、場菜は1分において83%を示し、以後の変化がほとんどみられなかった。

#### 引用文献

- 1) 古谷弘三, 島井秀一: 茶研報 9 67 (1957)
- 2) 五十嵐修, 小菅俊三, 桜井芳人: 農化 33 281 (1959)
- 3) Shoko SHIBUKAWA, Naomi OKAMOTO: 横浜国大紀要 32 33 (1985)
- 4) 後藤祐子, 染野亮子: 実践女子大学家政学部紀要, 23 1 (1986)
- 5) 倉田元子, 染野亮子, 他: 日本調理科学会昭和62年度大会研究発表要旨集, p 32 (1987)
- 6) YOKO FUKE, KENJI SASAGO, HIR-OTATSU MATSUOKA: J. Food Scie., 50 1220 (1985)
- 7) C.L. Comar, F.P. Zscheile: Plant Physiol., 17 198 (1942)
- 8) 大久保洋子: 文教大学女子短期大学部紀要, 30 49 (1986)
- 9) 梶田武俊, 高橋里香, 森田かほる, 中西洋子, 丸山悦子: 家政学研究, 31 134 (1985)
- 10) 南出隆久: 第6回食生活研究夏期セミナーテキスト, p 3 (1987)