

## ニンジンのカロチノイド含量と調理特性

畑 明美・南 出 隆 久・長谷川 明 子\*

### Carotenoids Contents and Cooking Properties of Carrots (*Daucus carota* L.)

AKEMI HATA, TAKAHISA MINAMIDE and AKIKO HASEGAWA\*

Carotenoids contents, color and cooking properties of 'Koyo-2', 'Natsumaki-Senko-Gosun', 'T341' and 'T390' carrots (*Daucus carota* L.) were determined.

Carotenoids of carrot cortex tissue were present in much greater amounts than of carrot pith tissue in all cultivars. Beta carotene was the predominant carotene and xanthophyll was present small amounts in all cultivars.

Color value  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  of cortex tissue was higher than in pith tissue. Thermal processing (boiling and sautéing) of cortex tissue resulted in a decrease of color value  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ . It was found that 'T341' was fitted for boiling and 'Koyo-2' was for sautéing.

(Received August 12, 1994)

#### 緒 言

食と健康に関心が高まる中で、野菜が人間の健康増進に果たす役割はますます重要になり、特定の栄養素を多量に含む野菜が新素材として求められている。

一方、栽培技術の発展により、多様な品種のものが作られるようになってきたが、その栄養成分や、調理特性についての研究は、あまりなされていない。

このようなことから、本研究では最近生理活性物質として注目されているβ-カロチンを多量に含み、野菜ジュースの原料として利用が増加しているニンジンを取りあげた。野菜のカロチノイドについての研究<sup>1)2)</sup>は行われているが、ニンジンの品種による相違や実際の調理操作によるカロチノイドや色の変化に関する報告は少ないため、今回は品種間におけるカロチノイド含量や色の相違を調べるとともに、煮る、炒めるなどの調理操作による影響について調べた。

#### 材料および方法

##### 1. 材 料

ニンジンはタキイ農場で栽培された4品種('向陽2号', '夏蒔鮮紅五寸', 'T341', 'T390')を1993年12月6日圃場より収穫して用いた。

##### 2. 調理操作の方法

###### 1) 試料の調製

ニンジンは頭部と先端部を1.5cmずつ切り落とし、厚さ6mmの輪切りにして実験に供した。

###### 2) 煮る操作

ビーカー(500ml)に1%NaCl溶液200gを入れ電熱器で加熱し、溶液が沸騰したところに試料200gを投入し300W/hで30分まで煮た。

###### 3) 炒め操作

フライパン(26cm)温度が200°Cになったところへ

京都府立大学生活科学部食物学科調理保蔵学講座

Laboratory of Cookery Science, Department of Food Science and Nutrition, Kyoto Prefectural University

\*大阪薫英女子短期大学

Osaka Kun'ei Women's College

サラダ油10gを投入し、油温が再び200°Cになったところへ試料200gを投入しフライ返しを用いて毎分150回攪拌しながら炒めた。火力および炒め時間は、南出らの研究において最適加熱条件である火力2300kcal/hで2分、火力4600kcal/hで1分を用いた<sup>3)</sup>。

### 3. 測定方法

#### 1) カロチノイドの測定

試料を髄部と皮層部に分けた後、それぞれを液体窒素で冷凍、粉碎したものを、アセトン-ヘキサン混液(4:6 v/v)を用い抽出し、永田、山下の方法により定量した<sup>4)</sup>。抽出したカロチノイドのスペクトルは分光光度計(島津UV-2100)で調べ、分画は高速液体クロマトグラフィー(島津LC-10A)により行った。高速液体クロマトグラフィー(HPLC)の分析条件は以下の通りである。カラムは、STR ODS-M(4×150mm)、移動相はアセトニトリル:エタノール=7:3(v/v)、流量は0.8ml/min、分析温度は40°C、検出波長は430nmを用いた。

#### 2) 表面色の測定

輪切りにした試料の断面の髄部と皮層部について、測色色差計(日本電色工業社製、Z-1001DP型)により、明度(L\*), a\*, b\*値を測定し、彩度(Cab\*), 色相(Hab\*), 色差(ΔEab\*)を求めた。

## 実験結果および考察

### 1. ニンジンのカロチノイド含量

生鮮ニンジンのカロチノイド含量をFig.1に示した。

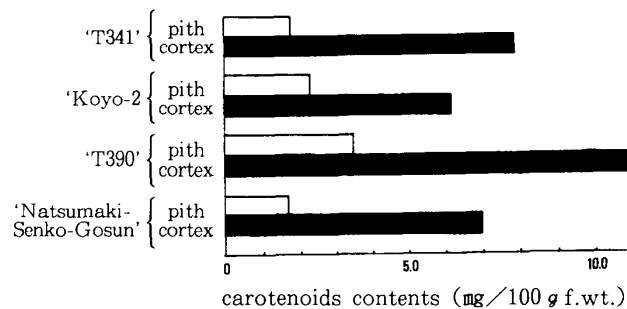


Fig.1 Carotenoids contents of fresh carrots

いずれの品種においても、髄部より、皮層部に多く含有されていた。品種間で比較すると、皮層部のカロチノイド含量は、'T390'が4品種の中で最も多く100g中10.9mgであった。次いで'T341'が多く7.8mgであった。これらは、どちらも改良品種であるが、品種改良により、皮層部のカロチノイド含量が増加していることがわかった。また、髄部では'T390'が最も多く含有しており、こちらも品種改良により増加したとい

える。

ニンジンのカロチノイド類<sup>1)</sup>は、β-カロチン以外にもα-カロチン、ζ-カロチン、キサントフィル類

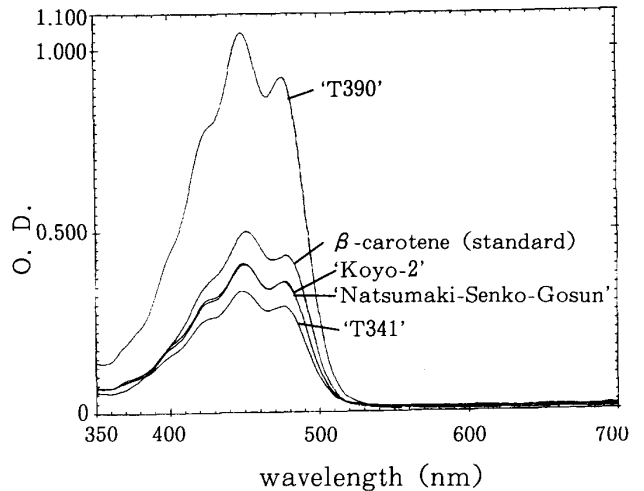


Fig.2 Absorption spectrum of carotenoids from carrot cortex extracted by acetone/hexane mixture

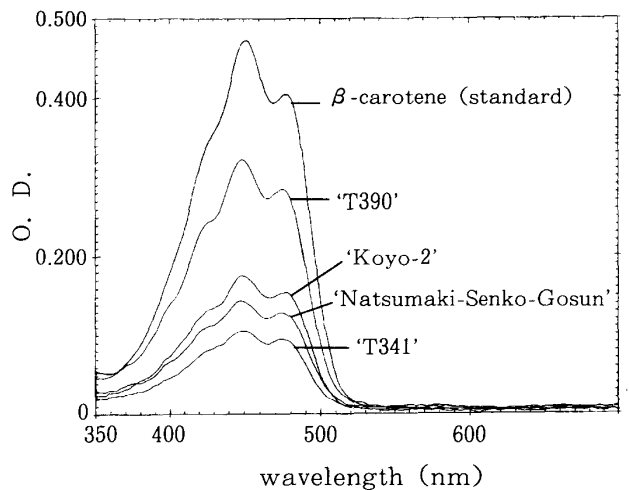


Fig.3 Absorption spectrum of carotenoids from carrot pith extracted by acetone/hexane mixture

リコペンなども存在することから、品種間におけるこれら組成と色との関連について調べるためスペクトルを比較した。Fig.2に皮層部、Fig.3に髄部のカロチノイドパターンをそれぞれ示した。いずれの品種においても吸収に大小はあるものの違いは少なくよく似たパターンが得られた。

これらの抽出液をHPLCにより分離定量したところ、おもなカロチノイド類としてβ-カロチン、α-カロチン、キサントフィル類が検出され、品種間、組織間における組成には顕著な差はみられなかった(Fig.4)。各品種ともβ-カロチンが主成分で皮層部ではカロチノイド類の60~65%を占めており、α-カ

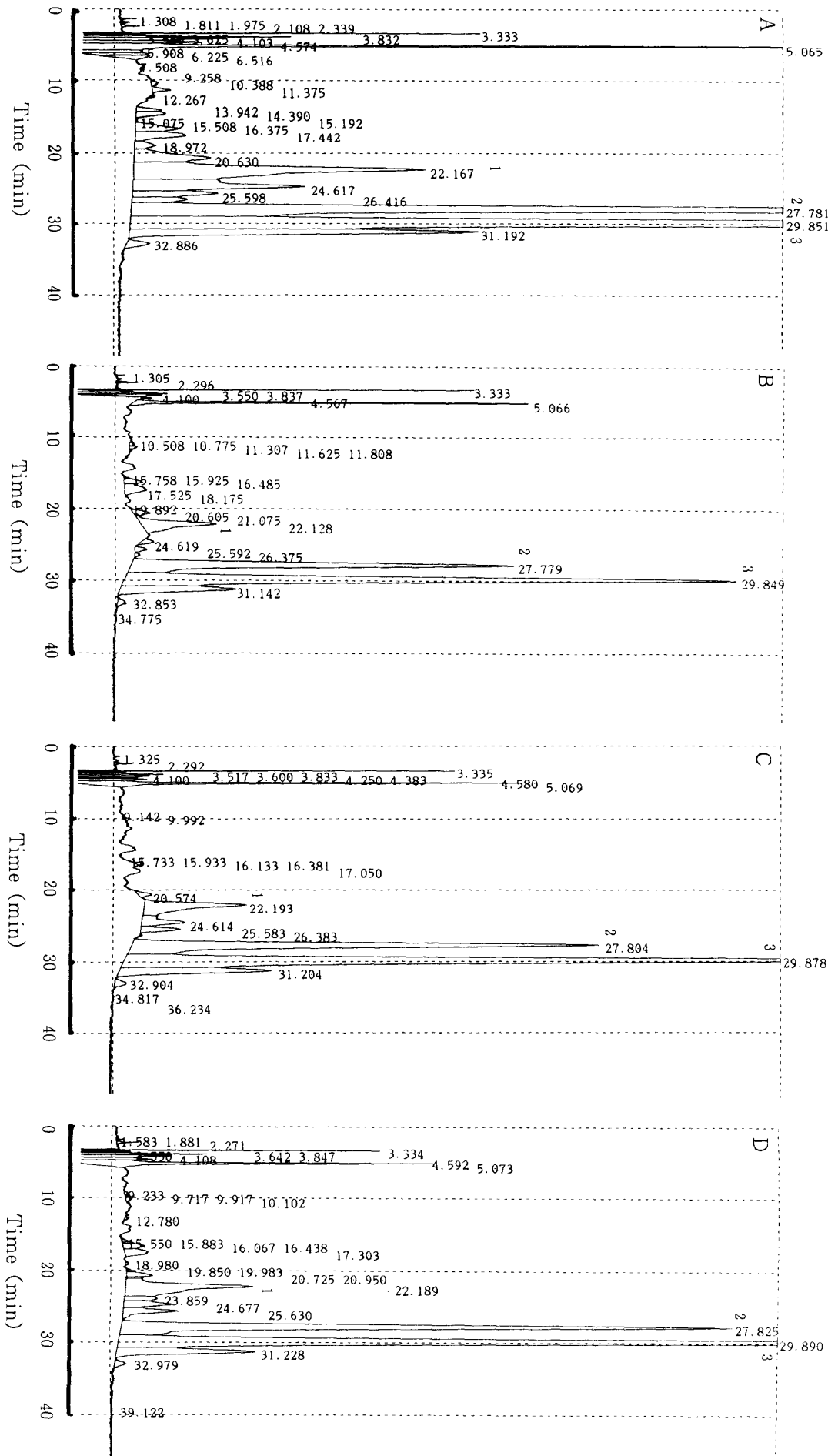


Fig.4 HPLC separation of carotenoids of carrot cortex

(A) 'T390', (B) 'T341', (C) 'Koyo-2', (D) 'Natsumaki-Senko-Gosun',  
 1. xanthophyll 2.  $\alpha$ -carotene 3.  $\beta$ -carotene  
 HPLC condition: column STR ODS-M(4 $\times$ 150mm),  
 mobile phase, CH<sub>3</sub>CN:EtOH=7:3(v/v), flow rate, 0.8ml/min, detection, 430nm

Table 1 Color of carrot tissues (raw material)

Cultivar	Tissues	Hunter color value				
		L*	a*	b*	Cab*	Hab*
'T341'	pith	38.96	7.49	19.65	21.03	69.13
	cortex	55.75	20.01	41.96	46.49	64.50
'Koyo-2'	pith	40.08	10.35	22.79	25.03	65.57
	cortex	55.24	20.36	42.52	47.14	64.41
'T390'	pith	41.08	7.61	21.01	22.35	70.09
	cortex	51.25	18.70	39.16	43.40	64.47
'Natsumaki-Senko-Gosun'	pith	35.56	2.86	11.17	11.53	75.64
	cortex	58.92	22.03	44.71	49.84	63.77

Cab\* : metric chroma

Hab\* : metric hue-angle

ロチンは $\beta$ -カロチンの54~67%, キサントフィル類は14~20%であった。しかし、髄部のキサントフィル類は各品種とも皮層部に比べ少ない傾向にあった。

## 2. ニンジンの色

生鮮ニンジンの色を、品種別および部位別に測定した結果をTable1に示した。いずれの品種においても、髄部に比較して皮層部の明度(L\*), a\*, b\*, および彩度(Cab\*)の値が大きく、色相(Hab\*)の値は小さかった。このことから、皮層部の色は髄部に比較して、より明るく鮮やかな赤みの強いだいたい色であることがわかった。

品種間で比較すると、皮層部の色は、'T341'と'向陽2号'は同じ様な色で、'T390'はこれら2品種よりやや暗く、'夏蒔鮮紅五寸'はやや明るく鮮やかな色であった。髄部の色は'夏蒔鮮紅五寸'で最も明度、彩度の値が低く、色相の値が高かった。

外観に対する評価は、この部位間の色の差が少なく、調和のとれた色のほうが良いものと思われるが、この点から、今回用いた品種の中では、'向陽2号'が最も優れ、次いで'T390', 'T341'が良く、'夏蒔鮮紅五寸'は最も髄部、皮層部間で色に相違があることがわかった。

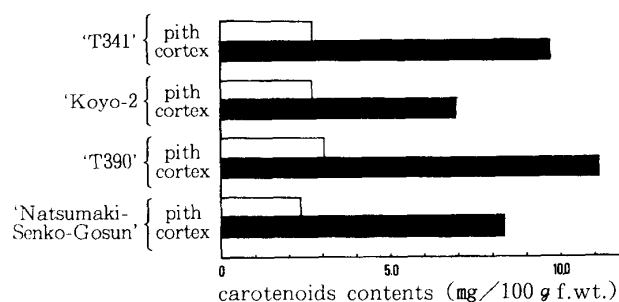


Fig.5 Carotenoids contents of boiled carrot tissues  
Boiled condition : 300W/h.10min

## 3. 煮る操作によるニンジンのカロチノイド含量の変化

10分煮たニンジンのカロチノイド含量をFig.5に示した。加熱により、カロチノイド含量は、いずれの品種においても生のものとほとんど変わらなかった。

## 4. 煮る操作によるニンジンの変化

煮る操作によるニンジンの変化の特徴を、4品種の中で'向陽2号'の特性を持つ新品種'T341'を取りあげFig.6に示した。

皮層部の場合、煮ることにより明度, a\*, b\*, および彩度の値は減少し、色相の値は増加することがわかった。生鮮状態のニンジンと色と比較すると暗い黄みがかつただいたい色へと変化したといえる。煮る操作によりカロチノイド含量はほとんど変化しなかったことから、この色の変化は、煮ることにより組織の水分含量が増加し表面反射が低下すること、フェノール化合物が増加すること<sup>3)</sup>などによるものではないかと考えられる。また、田中ら<sup>5)</sup>は、ニンジンを沸騰水中で加熱することにより色相に変動が起こることを観察し、この原因として結晶状であったカロチンボデイが他のセルラーリポドに溶解するためであると推定しているが、本実験の場合にも同様の変化が起こったのではないと思われる。煮る操作による色の変化は10分までに急激に起こり、その後、明度および彩度はほとんど変化しないことがわかった。

一方、髄部の色は、明度, b\*値, 彩度には大きな変化がみられないものの、a\*値及び、色相に経時的な変化が認められ、黄みがかつた色へと変色することがわかった。髄部における色相の変化は、皮層部における変化よりも顕著に認められた。

Table 2に10分煮たニンジンの変化を品種ごとに示した。色相の値は、皮層部では大差ないものの、髄部において'夏蒔鮮紅五寸'で最も大きく、'T341'で最も小さかった。また、それぞれのニンジンの生の状態

の色を標準とした色差 ( $\Delta E_{ab^*}$ ) は、皮層部の場合、  
 ‘夏蒔鮮紅五寸’で最も大きく、‘T390’で最も小さ

かった。また髓部の色差は、いずれの品種においても  
 皮層部に比べ比較的小さいが、4品種の中では‘向陽

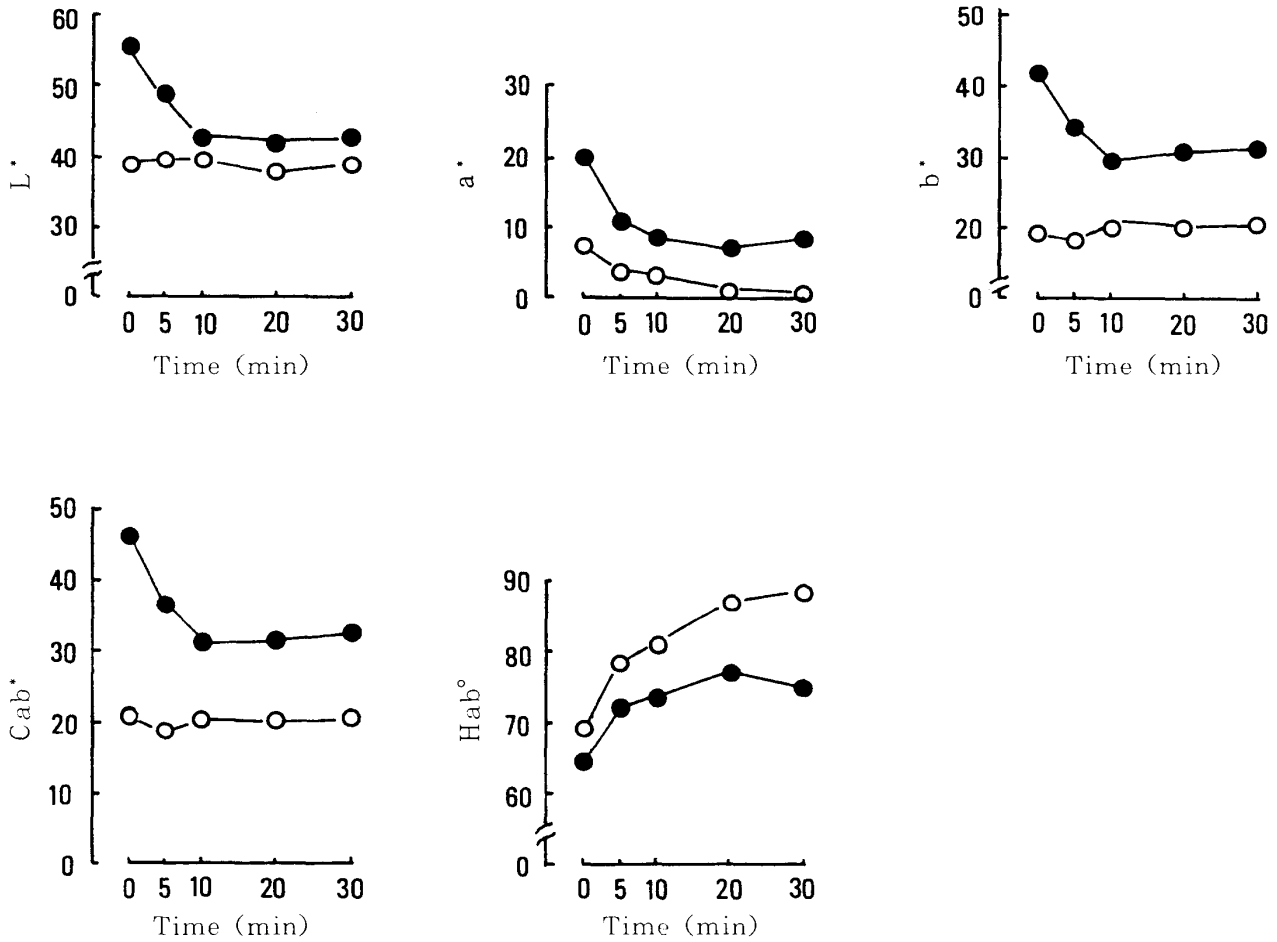


Fig.6 Color changes in carrot tissues (c.v.T341) during boiling

Boiled condition : 300W/h

○—○ pith tissue

●—● cortex tissue

Table 2 Color of boiled carrot tissues

Cultivar	Tissues	Hunter color value			Cab*	Hab°	$\Delta E_{ab^*}$
		L*	a*	b*			
‘ T 3 4 1 ’	pith	39.25	3.21	20.12	20.37	80.94	4.32
	cortex	42.56	8.80	29.82	31.09	73.56	21.14
‘ Koyo- 2 ’	pith	38.13	2.34	17.12	17.28	82.22	10.01
	cortex	43.18	8.92	31.09	32.34	73.99	20.17
‘ T 3 9 0 ’	pith	38.74	1.17	20.91	20.94	86.80	6.85
	cortex	43.86	9.52	32.84	34.19	73.83	13.37
‘ Natsumaki- Senko-Gosun’	pith	38.38	-0.28	14.25	14.25	91.13	5.43
	cortex	42.83	9.43	30.99	30.99	72.28	25.46

Boiling condition : 300W/h,10min

$\Delta E_{ab^*}$  is defined as value of color differences between control (raw material:Table 1) and boiled one

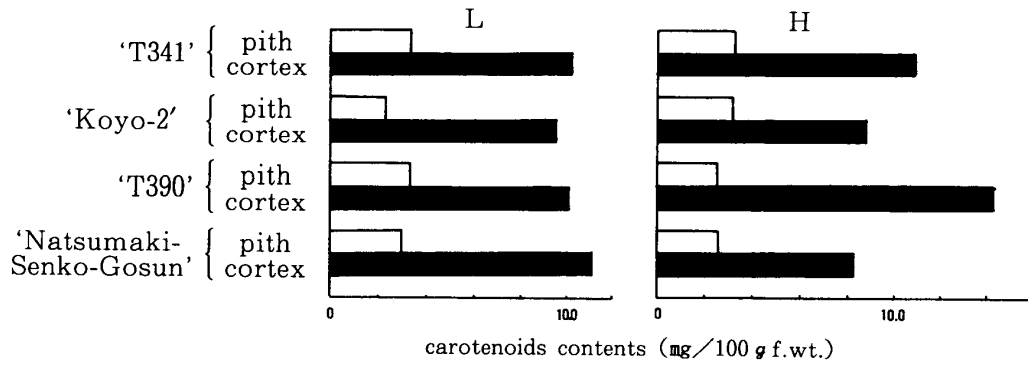


Fig.7 Carotenoids contents of sautéed carrot tissues  
 ※ L : 2300kcal/h, 2min, H : 4600kcal/h, 1min

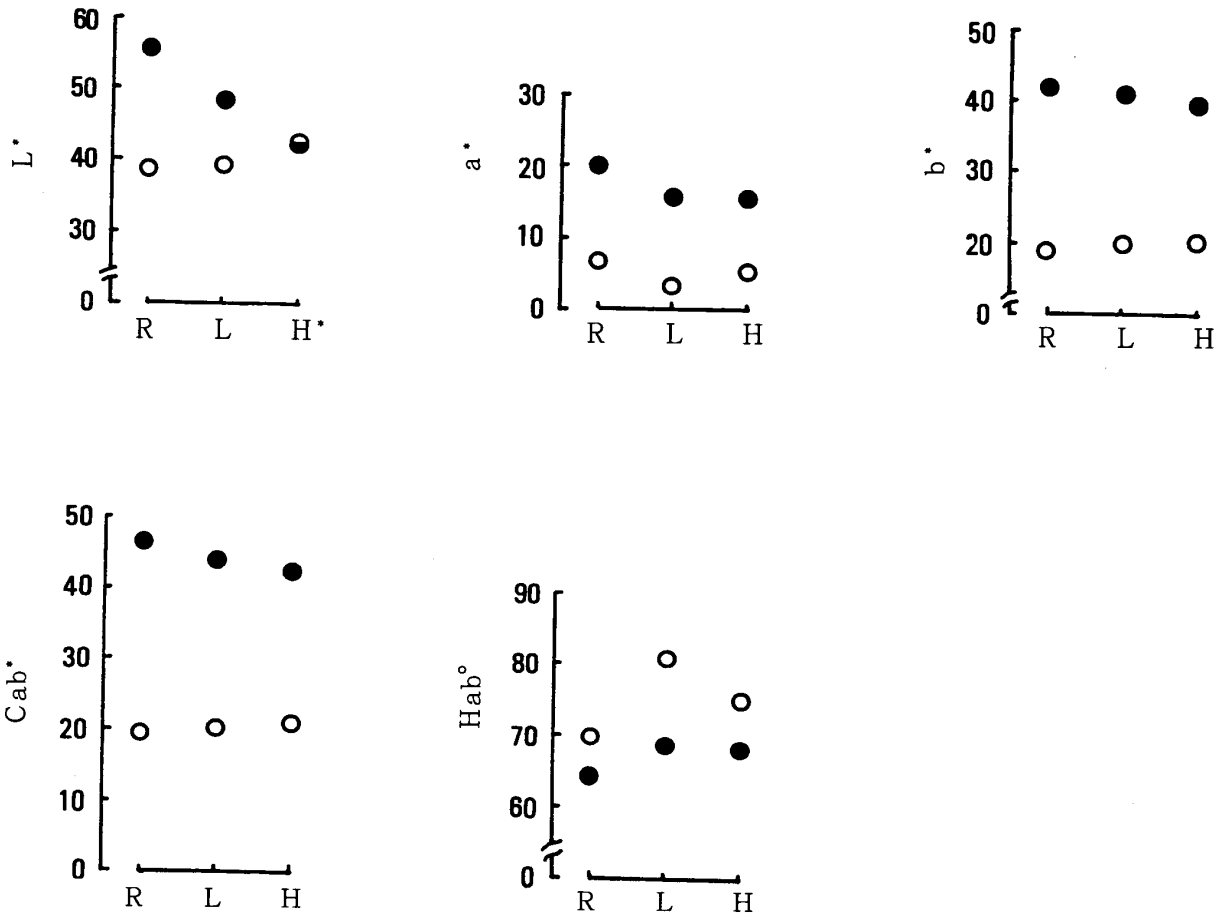


Fig.8 Color changes in carrot tissues (c.v.T341) during sautéing

※ R : Raw material, L : 2300kcal/h, 2min, H : 4600kcal/h, 1min  
 ○—○ pith tissue ●—● cortex tissue

2号'で最も大きく, 'T341'で最も小さい値であった。これらのことから, 煮ることによるニンジン組織の色の変化の度合は, 'T390'で小さく, '向陽2号'や'夏蒔鮮紅五寸'で大きいことがわかった。

5. 炒め操作によるカロチノイドの変化

炒め操作を行ったニンジン組織のカロチノイド含量を, Fig.7に示した。火力2300kcal/hで炒めた場合のカ

ロチノイド含量は品種間による差が少なくなった。特に'T390'を火力2300kcal/hで炒めたものは, 火力4600kcal/hで炒めたものに比較して少なく, 炒め操作によりカロチノイド含量に影響を受けることがわかった。

6. 炒め操作によるニンジン組織の色の変化

炒めた'T341'の色をFig.8に示した。炒めるこ

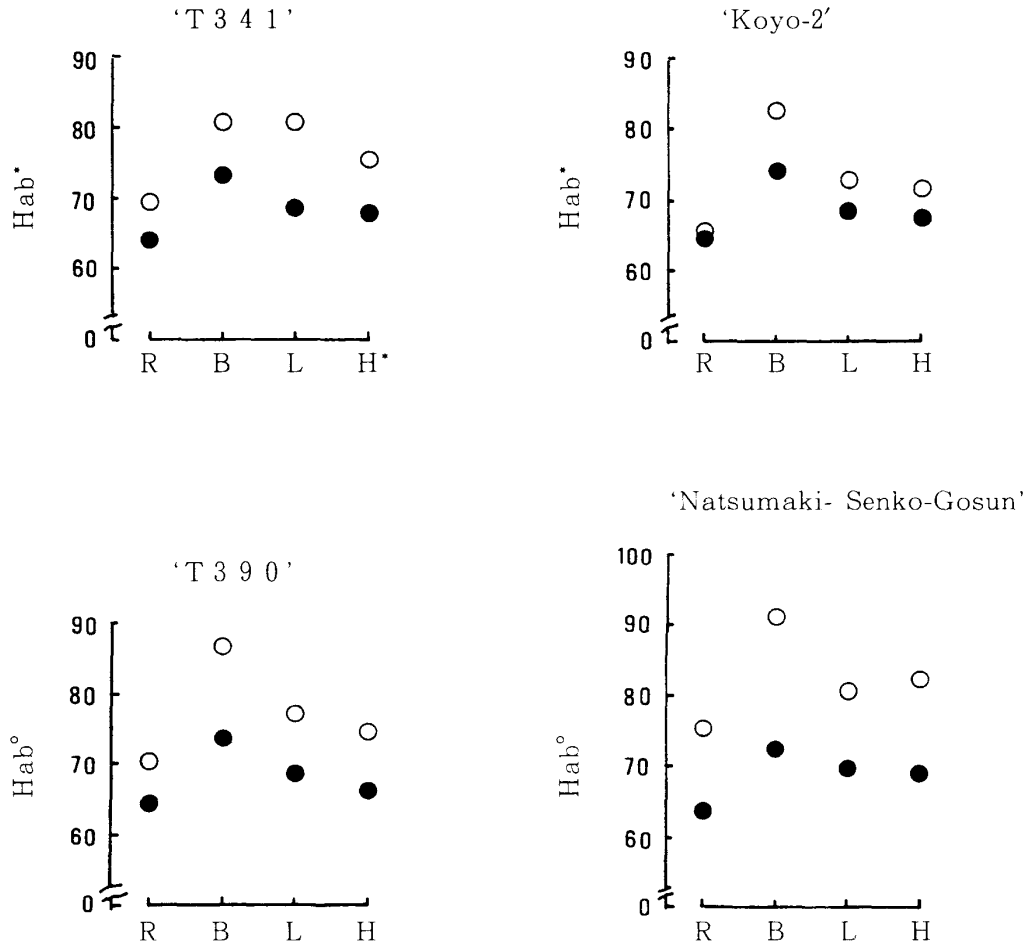


Fig.9 Effect of heating treatments on color of carrot tissues

※ R : Raw material

B : Boiled material;300W/h,10min

L : Sautéed material;2300kcal/h,2min

H : Sautéed material;4600kcal/h,1min

○—○ pith tissue

●—● cortex tissue

とにより皮層部の明度の低下が認められ、火力4600 kcal/hの場合に顕著であった。また、彩度はやや低下し、色相はやや増加することがわかった。一方、髓部では、色相の値が大きくなり、黄みがかかった色となることがわかった。このことは特に、火力2300kcal/hで炒めた場合に顕著に認められた。

#### 7. 加熱操作が色におよぼす影響

加熱操作が色におよぼす影響を比較するため、10分煮たもの、火力2300kcal/hで2分炒めたもの、および火力4600kcal/hで1分炒めたものの色相の値を取りあげFig.9に示した。値が低いほど赤みを保持しているといえるが、どの品種においても、煮た場合より、炒めた場合の方が値が低かった。また、'T341'は、

煮る操作による影響を髓部、皮層部ともにあまり受けず、'向陽2号'は、炒め操作による影響を髓部、皮層部ともにあまり受けない、ということがわかった。

以上、品種によるニンジンの色、カロチノイド含量、調理特性などを比較検討したが、品種改良することにより、調理特性も改善できたことは、これからの新しい方向性を示唆したものと思われる。

#### 要 約

4品種（'向陽2号'、'夏蒔鮮紅五寸'、'T341'、'T390'）のニンジンのカロチノイド含量、色、ならびに調理特性について調べ、以下の結果を得た。

1) カロチノイド含量は、いずれの品種においても髓部より皮層部に多かったが、両部位における含量比は

品種間で相違がみられた。

2) いずれの品種においても、皮層部の色は、髓部に比べ明度、 $a^*$ 値、 $b^*$ 値が高かった。

3) 煮る操作により、皮層部の明度、 $a^*$ 値、 $b^*$ 値は低下した。髓部においては、 $a^*$ 値の減少が認められた。

本研究にあたり試料を提供していただいたタキイ種苗(株)に感謝申し上げます。なお、この研究の一部は平成5年度タキイ財団からの研究助成金によって行われました。

#### 文 献

1) 廣田才之・近 雅代. 1993. 野菜・果実のカロテ

ノイド 栄養学雑誌, 51 : 293~316.

2) 近 雅代・榛葉良之助. 1990. キャベツの色調とカロチンおよびクロロフィル含量との関係 家政誌, 41 : 289~293.

3) 南出隆久・饗庭照美・畑 明美. 1993. ニンジンの炒め調理におよぼす火力の影響 調理科学, 26 : 230~235.

4) 永田雅靖・山下市二. 1992. トマト果実に含まれるクロロフィルおよびカロテノイドの同時、簡便定量法 日食工誌, 39 : 925~928.

5) 田中巳哉子・田中睦子・唐沢郁夫. 1979. 食品における色素の存在状態に関する研究(第7報)西洋ニンジン中のカロチンボディーの物理状態 家政誌, 30 : 679~682.