荒茶製造工程における茶葉の理化学性の変化

農林水産省茶業試験場

高柳博次・阿南豊正

Changes in Chemical and Physical Properties during the Manufacturing of Green Tea

By Hirotsugu TAKAYANAGI and Toyomasa ANAN

National Research Institute of Tea

1 ま え が き

近年、緑茶製造の機械は大型化しさらに自動制御装置の開発改良が加えられ著しい進歩がみられる。しかし、緑茶の製造法はなるべく変質しないように、まず第一に原料葉中の酸化酵素を失活させ、以後、過剰な加熱をさけ乾燥、成形して行くものであって基本的には手揉み製造方法を工程別に機械化したものといつてよい。

この基本的な立場からみれば、大型機械化、オートメ化が進んでも従来法に近い製品が得られるにちがいないが、現在までに荒茶製造工程別化学成分の変化についての報告は少ない。^{1,2)}従って、今後の改良、開発さらに品質の向上に当っては、理化学的根拠が必要であり、その要望も大きい。そこで、荒茶製造工程中における理化学性の消長を調べたので、その結果をとりまとめここに報告する。なお、本研究は科学技術振興費によって行なったものである。

2 試験材料および方法

2.1 試 料

おくみどりの一番茶中期（出開度52%）、および二番茶中期（出開度62%）の新芽をはさみ摘みした原料葉を用いて標準製造法に従って荒茶を製造した。その経過は表1のとおりである。

表1 緑茶製造経過（60K型機使用）

生葉投入量		50kg
葉蒸し時間（平均）		45秒
粗揉時間	45分	茶温 34~36℃
揉捻	15 "	
中揉	30 "	" 35~40℃
精揉	45 "	" 50~90℃
乾燥	30 "	" 70~80℃

分析試料は、蒸熱葉、粗揉葉、揉捻葉、中揉葉、精揉葉、乾燥葉（荒茶）を各工程終了ごとに一定量採取し、ただちに凍結乾燥した。これらを0.5mm以下に粉碎し分析試料とした。

また、浸出液中の呈味成分を調べるため、各工程別の凍結乾燥物（末粉碎）を供試した。浸出液は茶の普通審査法にもとづいて調製した。すなわち、試料3gに180mlの熱湯を加え、5分間浸出し、茶殻をろ別して浸出液とした。

2.2 化学成分分析法

分析項目および定量法は次のとおりである。

- (1) 全窒素、タンニン、可溶分：公定分析法³⁾
- (2) カフェイン：高速液体クロマトグラフィー（HPLC）⁴⁾
- (3) 遊離還元糖：除タンニン後 HANES 法⁵⁾
- (4) 遊離アミノ酸類：アミノ酸自動分析法（日本電子製、JLC-6AH）⁶⁾
- (5) アスコルビン酸：ヒドラジン法⁷⁾
- (6) ペクチン：分画、比色はカルバズル法⁸⁾

2.3 理化学性測定法

- (1) 測色値：日本電子工業製デジタル測色、色差計（ND 101 型）による

試料は0.5mmに粉碎したものをを用いて、セルに均一に充てんし、ハンターのL, a, b, $b/a \sqrt{a^2 + b^2}$ 値を求めた。⁹⁾

- (2) 見掛け密度：内容積 200ml, 内径 63mm の円筒型金属製の計量器により深津、原の方法によった。¹⁰⁾

- (3) クロロフィルのフェオフィチンへの変化率：田中、岩浅の方法によった。

3 試験結果および考察

3.1 荒茶製造工程別化学成分含量

工程別試料の化学成分含量は表2に示すとおりであ

† 田中伸三、岩浅 潔：茶技協講要，Feb. 1983，84.

茶 業 研 究 報 告

表2 工程別茶葉の化学成分含量

茶 期	工 程 別	全 窒 素	タンニン	カフェイン	可溶性窒素	遊離還元糖	可 溶 分
一 番 茶	蒸 熱 葉	5.07 %	10.20 %	2.62 %	1.73 %	2.40 %	39.65 %
	粗 揉 葉	5.21	10.20	2.62	1.77	2.52	40.10
	揉 捻 葉	5.21	10.35	2.57	1.80	2.12	40.40
	中 揉 葉	5.11	10.35	2.66	1.80	2.52	40.35
	精 揉 葉	5.20	10.50	2.62	1.79	2.40	40.65
	荒 茶	4.96	10.65	2.63	1.74	2.72	40.90
二 番 茶	蒸 熱 葉	4.23	13.50	2.06	1.10	2.61	41.60
	粗 揉 葉	4.33	13.21	2.23	1.10	2.92	40.80
	揉 捻 葉	4.39	13.65	2.28	1.08	2.92	40.75
	中 揉 葉	4.15	12.90	2.18	1.10	2.92	40.80
	精 揉 葉	4.22	13.95	2.18	1.09	2.60	40.35
	荒 茶	4.23	14.40	2.33	1.09	2.88	41.45

表3 工程別茶葉の遊離アミノ酸含量

(mg/100g)

茶 期	工 程 別	アルギニン	アスパラギン酸	セ リ ン	テアニン	グルタミン酸	その他の※アミノ酸	合 計
一 番 茶	蒸 熱 葉	73.2	158.3	220.2	1239.3	260.2	104.2	2055.8
	粗 揉 葉	80.4	180.4	229.4	1259.9	271.8	110.1	2132.2
	揉 捻 葉	94.0	175.5	224.6	1256.1	260.6	128.9	2140.0
	中 揉 葉	106.2	177.8	235.6	1238.8	264.3	116.3	2139.1
	精 揉 葉	90.4	173.3	233.6	1208.5	259.6	123.7	2095.0
	荒 茶	86.9	172.4	218.5	1191.5	299.1	116.1	2084.8
二 番 茶	蒸 熱 葉	8.8	89.1	70.5	452.9	145.0	41.0	807.5
	粗 揉 葉	7.2	90.1	66.2	429.6	144.8	31.4	781.6
	揉 捻 葉	7.2	89.7	64.1	446.7	143.2	42.5	793.7
	中 揉 葉	12.0	90.9	68.7	471.9	147.4	42.3	833.4
	精 揉 葉	13.7	87.2	67.0	481.0	139.7	50.2	839.1
	荒 茶	10.0	82.8	62.3	442.8	136.1	47.1	781.4

※ リジン、ヒスチジン、スレオニン、グリシン、アラニン、バリン、イソロイシン、ロイシン、チロシン、フェニルアラニンの合計値

表4 5 分間浸出の化学成分溶出量

茶 期	工 程 別	タ ニ ニ ン	カ フェ イン	可 溶 性 窒 素	遊 離 還 元 糖	可 溶 分
一 番 茶	蒸 熱 葉	5.13 %	2.15 %	0.96 %	0.84 %	18.73 %
	粗 揉 葉	7.45	2.52	1.01	1.04	28.44
	揉 捻 葉	7.12	2.52	1.06	1.08	28.81
	中 揉 葉	8.28	2.44	1.06	1.09	29.47
	精 揉 葉	8.73	2.53	1.05	1.04	29.26
	荒 茶	7.66	2.43	1.01	1.10	29.76
二 番 茶	蒸 熱 葉	4.54	1.64	0.66	0.90	15.19
	粗 揉 葉	9.81	2.05	0.84	1.70	28.33
	揉 捻 葉	9.00	1.91	0.84	1.35	28.54
	中 揉 葉	9.09	1.91	0.84	1.60	28.25
	精 揉 葉	9.62	2.05	0.89	1.54	29.60
	荒 茶	9.27	1.92	0.85	1.60	28.73

る。全窒素、タンニン、カフェイン、可溶性窒素、遊離還元糖および可溶分含量は、一番茶、二番茶とも蒸熱葉粗揉葉、揉捻葉、中揉葉、精揉葉、荒茶までの工程中には、ほとんど変化しなかった。

次に遊離アミノ酸類の含量を調べた結果は表3に示すとおりである。このうち、主要アミノ酸、すなわち、アルギニン、アスパラギン酸、セリン、テアニンおよびグルタミン酸の5種についてみると、各工程別による差はほとんどなかった。また、その他のアミノ酸類も同様に差はなかった。

3.2 工程別茶葉の浸出液中の化学成分

工程別浸出液に溶出する化学成分量を調べた結果は表4に示すとおりである。タンニン、可溶分の溶出量は蒸熱葉において最も少なく、この結果は田中らの報告ともよく一致した。他の工程別茶葉には差はみられなかった。

蒸熱葉においては、茶芽の組織の破壊が少ないため成分が溶出されにくいと推察される。つづいて、カフェイン可溶性窒素、遊離還元糖も蒸熱葉で溶出量が少なく、それ以降の粗揉葉から荒茶までの溶出は変化なかった。

各工程試料を用いて、遊離アミノ酸の溶出量を調べた結果は表5に示すとおりである。主要アミノ酸であるアルギニン、アスパラギン酸、セリン、テアニン、グルタミン酸と、その他のアミノ酸類も一番茶、二番茶ともに工程による差はなかった。

次に各工程試料の含量に対する浸出液に溶出する成分の割合をみると表6に示すとおりである。窒素では各工程の差は少なく20%前後が溶出し、池田²⁾ら、中川¹¹⁾らの報告とほぼ一致した。

また、蒸熱葉では一番茶、二番茶ともタンニン、可溶分、遊離還元糖等の溶出割合は小さく、粗揉葉以降はほ

表5 5分間浸出の遊離アミノ酸溶出量

(mg/100g)

茶 期	工 程 別	アルギニン	アスパラギン酸	セ リ ン	テ ア ニ ン	グルタミン酸	そ の 他 の ア ミ ノ 酸	合 計
一 番 茶	蒸 熱 葉	34.0	55.3	62.7	757.4	116.7	48.1	1084.9
	粗 揉 葉	46.2	62.3	86.3	843.4	159.8	53.2	1251.2
	揉 捻 葉	49.7	73.6	84.4	829.7	168.9	51.0	1257.3
	中 揉 葉	47.3	72.1	84.5	856.1	179.4	55.6	1295.0
	精 揉 葉	50.1	75.3	85.2	843.4	180.2	52.1	1286.3
二 番 茶	荒 茶	53.3	77.8	87.9	882.1	184.3	56.3	1341.0
	蒸 熱 葉	6.9	31.2	19.1	214.5	60.3	22.1	354.1
	粗 揉 葉	5.3	44.3	27.8	283.5	82.3	38.5	481.7
	揉 捻 葉	3.7	39.0	26.8	293.9	91.0	37.2	491.6
	中 揉 葉	4.6	46.2	26.3	286.2	93.5	36.2	493.3
	精 揉 葉	5.2	43.9	27.6	273.4	88.3	39.6	478.0
	荒 茶	3.1	53.0	28.7	265.6	86.2	38.2	474.8

表6 工程別茶葉の化学成分の浸出液への溶出割合

茶 期	工 程 別	窒 素	タ ン ニ ン	カ フ ェ イ ン	可 溶 分	ア ミ ノ 酸	糖	ビ タ ミ ン C
一 番 茶	蒸 熱 葉	18.93 %	50.29 %	82.06 %	47.23 %	52.77 %	35.00 %	69.45 %
	粗 揉 葉	19.38	73.03	96.18	70.92	58.68	41.26	82.14
	揉 捻 葉	20.34	68.79	98.05	71.31	58.75	50.94	82.56
	中 揉 葉	20.74	80.00	91.72	73.03	60.53	43.25	75.40
	精 揉 葉	20.19	83.14	96.56	71.98	61.39	43.33	71.45
二 番 茶	荒 茶	20.36	71.92	92.39	72.76	64.32	40.44	79.13
	蒸 熱 葉	15.60	33.62	79.61	36.51	43.85	34.48	65.16
	粗 揉 葉	19.39	74.26	91.92	69.43	61.62	58.21	82.04
	揉 捻 葉	19.13	65.93	83.77	70.03	61.93	46.23	85.49
	中 揉 葉	20.24	70.46	87.61	69.24	59.19	54.79	84.23
	精 揉 葉	21.09	68.96	94.03	73.35	56.96	59.23	88.12
	荒 茶	20.09	64.37	82.40	69.31	60.76	55.55	86.06

† 農水省茶試：昭和53年度試験成績（製2研）pp. 23～24（1979）。

とんど同じであった。一方、カフェインについては含有^{12,13)}量の90%が溶出し、遊離アミノ酸^{12,13)}は約60%相当が溶出されることが明らかとなった。

3.3 ビタミンとペクチンの形態別含量および浸出液中の溶出状況

工程別にビタミンC含量を調べた結果は表7に示すと

おりである。浸出液と茶葉中の量を比較してみると60～80%相当のビタミンCが溶出し、長谷川¹⁰⁾らの結果と同様であった。また、茶葉の場合蒸熱葉から荒茶製品まで工程別の差はほとんど認められなかった。浸出液では蒸熱葉で還元型ビタミンCの溶出量が少なく、粗揉葉以降の溶出量については差はなかった。

表7 工程別茶葉のビタミンC含量

(mg/100g)

茶 期	工 程 別	還 元 型		酸 化 型		全 ビ タ ミ ン C	
		茶	浸 出 液	茶	浸 出 液	茶	浸 出 液
一 番 茶	蒸 熱 葉	435	272	79	85	514	357
	粗 揉 葉	464	370	96	90	560	460
	揉 捻 葉	449	370	96	80	545	450
	中 揉 葉	476	350	80	70	557	420
	精 揉 葉	485	330	73	68	557	398
	荒 茶	439	370	69	70	556	440
二 番 茶	蒸 熱 葉	391	226	97	92	488	318
	粗 揉 葉	393	304	86	89	479	393
	揉 捻 葉	373	304	82	85	455	389
	中 揉 葉	391	315	91	84	482	406
	精 揉 葉	357	305	81	82	438	386
	荒 茶	365	307	80	76	445	383

表8 工程別茶葉のペクチン含量

茶 期	工 程 別	水 溶 性		塩 類 可 溶		塩 酸 可 溶		合 計	
		茶	浸 出 液	茶	浸 出 液	茶	浸 出 液	茶	浸 出 液
一 番 茶	蒸 熱 葉	1.56 %	0.55 %	0.37 %	0.16 %	1.72 %	1.75 %	3.67 %	2.45 %
	粗 揉 葉	1.22	0.53	0.35	0.14	2.02	2.12	3.59	2.79
	揉 捻 葉	1.16	0.51	0.35	0.16	2.16	1.87	3.67	2.54
	中 揉 葉	1.09	0.37	0.31	0.14	2.10	2.05	3.60	2.56
	精 揉 葉	1.20	0.35	0.32	0.19	2.07	2.25	3.59	2.79
	荒 茶	1.12	0.34	0.37	0.15	2.04	2.27	3.53	2.76

表9 工程別茶葉の理化学性測定値

茶 期	工 程 別	かさ密度 g/ml	Hunter 測 色 値			b/a	$\sqrt{a^2 + b^2}$	フェオフチン 率 への 変化 率 %
			L	a	b			
一 番 茶	蒸 熱 葉	0.076	54.70	-11.66	23.98	-2.05	26.66	11.61
	粗 揉 葉	0.149	45.25	-7.91	17.04	-2.15	18.79	18.72
	揉 捻 葉	0.162	44.15	-7.85	17.06	-2.17	18.73	20.40
	中 揉 葉	0.208	39.40	-6.73	14.57	-2.16	16.85	29.21
	精 揉 葉	0.223	40.05	-7.05	15.08	-2.13	16.65	36.24
	荒 茶	0.222	40.40	-7.08	15.54	-2.19	17.08	41.23
二 番 茶	蒸 熱 葉	0.059	55.40	-12.54	23.73	-1.89	26.84	14.22
	粗 揉 葉	0.136	45.15	-8.28	17.64	-2.13	19.49	19.17
	揉 捻 葉	0.141	44.65	-7.86	16.63	-2.15	18.39	25.60
	中 揉 葉	0.189	41.85	-6.50	14.39	-2.21	15.79	31.60
	精 揉 葉	0.203	41.65	-6.65	14.89	-2.23	16.31	40.42
	荒 茶	0.207	41.75	-6.31	15.31	-2.42	16.56	49.62

工程別ペクチン含量を調べた結果は表8に示すとおりである。茶葉および浸出液の形態別ペクチン量をみると、水溶性ペクチンは蒸熱葉が最も多く、粗揉葉以降は減少する傾向がみられた。

以上のことから、加熱により変化すると思われる、ビタミンCおよびペクチンの両成分の変化は予期したほど大きくなかった。

3.4 工程別かさ密度、クロロフィルのフェオフィチンへの変化率およびハンターの測色値

理化学性を調べた結果は表9に示すとおりである。かさ密度は、一番茶の蒸熱葉で 0.076 g/ml と最も小さく、工程が進むにしたがい増加して、荒茶製品では 0.222 g/ml となった。二番茶も同様に増加した。これらのかさ密度測定値は鈴木¹⁵⁾、田中¹⁶⁾からの結果とほぼ同様の傾向であった。

また、クロロフィルのフェオフィチンへの変化率をみると、一番茶、二番茶ともフェオフィチンへの変化率は蒸熱葉では少なく、粗揉葉以降工程が進むにつれて増加し増加の傾向が明らかに認められた。一方、ハンターの測色値をみると、一番茶、二番茶とも蒸熱葉でLおよびa, b値が最も大きく、粗揉葉以降は工程が進むにしたがい、除々に少くなる傾向がみられた。また、彩度を表わす $\sqrt{a^2+b^2}$ も蒸熱葉が他の工程葉より大きな値を示したが、色相を表わす b/a は蒸熱葉がやや小さい程度で、全体的に差は認められなかった。

4 要 約

荒茶製造工程中、蒸熱、粗揉、揉捻、中揉、精揉、乾燥における茶葉の理化学性の変化について調べた。

荒茶製造工程中には茶葉の全窒素、タンニン、カフェイン、可溶性窒素、遊離還元糖、可溶分、遊離アミノ酸およびビタミンC含量は変化しなかった。

荒茶製造工程中における茶葉の浸出液中の化学成分量とその溶出割合はいずれも蒸熱工程以降の粗揉工程で増加し、以後の工程では変化しなかった。

水溶性ペクチン含量は粗揉工程から乾燥工程までに除々に減少したが、他の形態のペクチン含量は変化しなかった。

工程別茶葉のかさ密度、フェオフィチンへの変化率は工程が進むにつれて明らかに増加した。また、ハンターのL, a, b値は蒸熱葉が他より大きな値を示した。

本試験をとりまとめるに当たり、御指導をいただいた、当時、場長 中川致之博士、化学研究室長 池ヶ谷賢次郎博士、また、分析に御協力いただいた、天野いね氏に深く感謝申し上げる。

5 引 用 文 献

- 1) 静岡県茶業会議所編：新茶業全書，pp. 408～411 (1980)。

- 2) 池田重美，中川致之，岩浅 潔：茶研報，No. 37 69～77 (1972)。
- 3) 化学研究室：茶試研報，No. 6，167～172 (1970)。
- 4) 池ヶ谷賢次郎：日食工誌，32 (1)，61～66 (1985)。
- 5) HANES, C. S. : Biol, Chem, J, 23, 99～106 (1929)。
- 6) 久保田悦郎，中川致之：茶技研，No. 45，51～57 (1973)。
- 7) 田村太郎，鈴木繁男：農化，29(7)，492～497 (1955)。
- 8) 中川致之：日食工誌，23 (9)，415～418 (1976)。
- 9) 久保田悦郎，原 利男，中川致之：日食工誌，22，(5)，222～227 (1975)。
- 10) 深津修一，原 利男：茶技研，No. 41，37～40 (1971)。
- 11) 中川致之，中島花江：茶研報，No. 37，79～83 (1972)。
- 12) 中川致之：日食工誌，16 (6)，12～18 (1968)。
- 13) 津志田藤二郎，村井敏信：農化，59 (9)，917～919 (1985)。
- 14) 長谷川千鶴，梶田武俊：調理科学，1 (1)。
- 15) 鈴木勝弘，滝谷 洋，中野不二雄：茶研報，No. 47，53～55 (1978)。
- 16) 田中伸三：茶技研，No. 55，78～81 (1978)。

Summary

Changes in both chemical constituents and physical properties of tea leaves during green tea manufacturing were examined.

The manufacturing of green tea consists of following processes: steaming, primary rolling, rolling, secondary rolling, final rolling and final drying.

The content of water extract, total nitrogen, tannin, caffeine, soluble nitrogen, free reducing sugar free amino acids, or vitamin C did not change during the manufacturing.

The amount of the above constituents extracted from leaves for 5 min increased in the primary rolling process and thereafter little changed.

Water soluble pectin was gradually reduced from the primary rolling process to the final drying process, but the contents of both salt-soluble and acid-soluble pectins did not change.

Bulk density of leaves and the conversion ratio of chlorophyll to pheophytin increased remarkably during the process, and Hunter's L, a and b values were larger in steamed leaves than in leaves of the remaining processes.

(June 17, 1986)