

茶樹の秋季整枝葉の発酵加工について

中莖秀夫^{*1} 竹内啓子^{*1} 辻正樹^{*2} 藤井正人^{*1}

Fermentation Processing of Tea Leaves Skiffed in Autumn

Hideo NAKAKUKI, Keiko TAKEUCHI, Masaki TSUJI and Masato FUJII

Food Research Center, AITEC ^{*1}

Toyohashi Research and Extension Station, Aichi Agricultural Research Center ^{*2}

茶の栽培において、その大部分が廃棄されている秋季の整枝葉の有効利用を図るために、発酵茶への加工について検討した。茶葉が硬葉化しているため、発酵茶生産において通常行われている萎凋工程では生葉の発酵はほとんど進行しなかった。生葉をいったん冷凍し、その後に発酵工程を行うことによって硬葉であっても発酵が進み、テアフラビン類や紅茶様の香気の生成が認められた。発酵時間や乾燥温度などの適切な選択により整枝葉を発酵茶などに加工利用できる可能性が示唆された。

1. はじめに

てん茶や煎茶生産においては春季のいわゆる一番茶が商業的価値がもっとも高く、これらの品質を高くすることが栽培・製茶においては非常に重視されている。二番茶期以降の茶葉については、成分の季節的変動などから一番茶に匹敵するような品質を得ることは困難であるため、安価な緑茶やほうじ茶への加工原料として用いられることが多い。茶葉の摘採後に残る下位の葉や茎にあっては茶樹の維持のために剪定され、圃場に刈り捨てられている。また、秋季の整枝時の葉や青茎、木化茎も同様に刈り捨てられている。

圃場に刈り捨てられた整枝葉や茎は、窒素成分などを含んでいるため肥料としての効果も考えられるが、一方では圃場への過剰施肥にもつながっている。さらには圃場外に流出する窒素成分は地下水や池などの深刻な環境汚染の一因ともなっている。

整枝葉の食用加工については、これまであまり検討されることはなかったが、これらの廃棄される部位の葉や茎に含有されるカテキン類やアミノ酸を分析したところ、かなりの量でこれらの成分が含まれていることを確認した¹⁾。

そこで、廃棄量の多い秋季の整枝葉の有効利用を図るため、発酵茶の製造工程に注目し、この整枝葉に発酵処理を行うことにより発酵茶として利用できるかどうかを検討した。

2. 実験方法

2.1 試料

試験に供した整枝葉は、愛知県農業総合試験場豊橋農業技術センター内の圃場で栽培されている「やぶきた」種の茶樹を平成13年10月23日に整枝した際に得られたものを使用した。整枝は摘採機を用いて行い、摘採された整枝葉・茎から茎及び破損葉を手で除去して以下の製茶試験に供した。

2.2 製茶試験

茶葉は、表1に示した試験区分ごとに200～300gの茶葉を使用し蒸熱、冷凍、破碎、揉捻、発酵、乾燥の各処理を単独または組合せて行った。

蒸熱は万能蒸し器を用い、すのこを敷いた蒸籠に茶葉を広げて強い蒸気で行い、放冷後に次の工程に移った。冷凍は乾燥を防ぐためにポリエチレン袋に茶葉を入れてシール後、-20℃で行った。破碎は市販の家庭用肉挽き

*1 食品工業技術センター加工技術室 *2 農業総合試験場豊橋農業技術センター

器を用いて行った。発酵は所定量の茶葉をプラスチック製のざるに小分けし、恒温恒湿器（35℃、RH 95%）中で行ったが、蒸熱葉区の密封発酵は、蒸熱した茶葉をポリエチレン製の袋に入れてシールし、これを恒温恒湿器中に保持して行った。乾燥は 100℃ で概ね 1 時間程度としたが、発酵後の外観観察で良好な発酵が起きたと思われる冷凍葉区はやや低めの 80℃ で行った。

製茶試験で得られた製茶試料は、ケミカル粉碎机で粉碎し、成分分析に供した。

2.3 成分分析

茶の主要成分であるカテキン類、茶葉の発酵によって生成する紅茶色素のテアフラビン類及び茶の呈味成分として重要な遊離アミノ酸類の分析を行った。

2.3.1 カテキン類の分析

茶中のカテキン類として、(-)-エピカテキン(EC)、(-)-エピカテキンガラート(ECG)、(-)-エピガロカテキン(EGC)、(-)-エピガロカテキンガラート(EGCG)、(+)-カテキン(C)、(-)-カテキンガラート(CG)、(-)-ガロカテキン(GC)、及び(-)-ガロカテキンガラート(GCG)の 8 種類を測定した。これらのカテキン類の標品は、株式会社フナコシ製を用いた。分析は HPLC 法により行った。分析条件は以下のとおりである。

分析カラム：資生堂 CAPCELLPAK C₁₈ UG5

(4.6mm φ × 250mm)、ガードカラム使用

溶出液：水 - メタノール - リン酸(80:20:0.5)

カラム温度：40

検出波長：UV270nm

2.3.2 テアフラビン類の分析

テアフラビン類として、テアフラビン(TF)、TF-3-モノガラート(TF-1)、TF-3'-モノガラート(TF-1')、及び TF-3、3'-ジガラート(TF-2)の 4 種類を HPLC 法により測定した。標品にはシグマ社製の tea extract を使用した。この標品は 4 種類のテアフラビン類の混合物で、テアフラビン類としての純度は約 80%のものである。このため個別テアフラビン類の厳密な定量ができないことから、便宜上標品のテアフラビン類の純度を 80%とし、かつクロマトグラム上でのピーク面積比をそれぞれの重量組成比とした上で試料中の各テアフラビン量を定量した。HPLC 分析条件は以下のとおりである。

分析カラム：資生堂 CAPCELLPAK C₁₈ UG5

(4.6mm φ × 250mm)、ガードカラム使用

溶出液：水 - アセトニトリル - リン酸 (76:23:1)

カラム温度：40

検出波長：UV375nm

表 1 試験区と処理

No.	生葉区	
1	乾 燥	通風乾燥（100℃、60 分）
2	発 酵	発酵（35℃、20 時間）→通風乾燥（100℃、90 分）
3	揉 捻	生葉を木槌で叩いて揉捻 → 発酵（35℃、20 時間） → 通風乾燥（100℃、90 分）
4	破 碎	生葉をミンサーで破碎 → 発酵（35℃、16 時間）→ 通風乾燥（100℃、90 分） （紅茶製造における C T C 製法 ³⁾ に相当）
No.	蒸熱葉区：生葉を 5 分間（破碎処理区のみ 2 分間）蒸熱し、続いて空気酸化による発酵を行う	
5	乾 燥	直ちに通風乾燥（100℃、100 分）
6	空気酸化	発酵（35℃、20 時間）→ 通風乾燥（100℃、30 分）
7	密封発酵	ポリエチレン袋に密封し、発酵（35℃、20 時間）→ 通風乾燥（100℃、30 分）
8	揉 捻	手揉みによる揉捻 → 発酵（35℃、20 時間）→ 通風乾燥（100℃、90 分）
9	破碎葉混合	蒸葉に 5%重量のホモジナイズした生葉を混合 → 手揉みによる揉捻 → 発酵（35℃、20 時間）→ 通風乾燥（100℃、90 分）
10	破 碎	蒸葉をミンサーで破碎 → 通風乾燥(40℃、一晚) → 火入れ(110℃、15分)
No.	冷凍葉区：生葉を凍結させた後に発酵処理を行う	
11	3 時間区	発酵（35℃、3 時間）→ 通風乾燥（80℃、60 分）
12	15 時間区	発酵（35℃、15 時間）→ 通風乾燥（80℃、60 分）

表2 発酵加工茶葉中のカテキン類組成

表 2 発酵加工茶葉中のカテキン類組成										(%)
試 験 区	G C	E G C	C	E G C G	E C	C G	E C G	G C G	合 計	
生 葉 区	No.1	0.00	2.59	0.00	3.35	0.76	0.00	0.56	0.10	7.36
	No.2	0.05	3.57	0.02	3.60	0.81	0.00	0.62	0.12	8.80
	No.3	0.00	0.32	0.00	0.56	0.14	0.00	0.18	0.08	1.28
	No.4	0.05	0.05	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.11	0.25
蒸熱葉区	No.5	0.49	4.80	0.04	4.02	1.03	0.13	0.64	0.07	11.23
	No.6	0.51	4.68	0.04	4.25	0.96	0.17	0.65	0.09	11.35
	No.7	0.46	3.42	0.06	3.70	0.79	0.17	0.59	0.09	9.27
	No.8	0.43	4.19	0.04	3.88	0.86	0.13	0.65	0.09	10.28
	No.9	0.43	3.65	0.04	4.25	0.82	0.17	0.74	0.11	10.21
	No.10	0.35	5.36	0.03	4.53	1.05	0.00	0.69	0.10	12.12
冷凍葉区	No.11	0.00	0.48	0.02	0.84	0.27	0.00	0.28	0.10	1.98
	No.12	0.00	0.09	0.00	0.06	0.04	0.00	0.06	0.08	0.32

2.3.3 遊離アミノ酸類の分析

茶に含まれる主要な遊離アミノ酸として、アスパラギン酸(Asp)、グルタミン酸(Glu)、アスパラギン(Asn)、グルタミン(Gln)、セリン(Ser)、アルギニン(Arg)、アラニン(Ala)、及びテアニン(TA)の8種類について分析を行った。分析は o-フタルアルデヒドで1級アミノ基の蛍光ラベルを行う OPA-HPLC 法²⁾により行った。

3. 結果及び考察

カテキン類及びテアフラビン類の分析結果をそれぞれ表2、3に示した。

生葉区のうち No.2 ~ 4 は、従来から行われている紅茶の製造工程の一部を模した処理を施してある。生葉を乾燥しただけの No.1 との比較では、発酵処理を行った No.2 は概ね近い値を示し、官能的にもほとんど差を感じなかった。後述する蒸熱葉区に比べてカテキン量がいくらか減少しており、テアフラビン類も No.1 と No.2 の両方でわずかながら生成が確認されたことから発酵はするもののそれほど進まなかったと考えられた。紅茶製造法の一つであるオーソドックス製法³⁾では摘採した生葉を数時間萎凋させる工程があり、No.2 の生葉区の自然発酵処理がこれに相当する。生葉の萎凋工程とそれに続く揉捻工程で葉の細胞が破壊されテアフラビン類や香気の生成が進行するが、硬葉化した整枝葉を用いた試験では外観的・官能的には変化が認められなかった。硬葉化によって葉の細胞が壊れにくくなり、発酵が進まなかったためであると考えられた。一方、揉捻や破碎を行った No.3 と No.4 においてはカテキン量の大きな減少が見られ、同時に、テアフラビン類も多く生成した。また乾燥時に感じられた香気は紅茶様の甘い香りを含み、発酵が

表3 発酵加工茶葉中のテアフラビン類組成

		(mg/g)				
試 験 区		TF	TF-1	TF-1'	TF-2	合 計
生葉区	No. 1	0.47	0.00	0.06	0.00	0.54
	No. 2	0.66	0.00	0.03	0.00	0.69
	No. 3	2.10	1.20	0.54	0.47	4.31
	No. 4	2.70	0.00	0.69	0.00	3.80
蒸熱葉区	No. 5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	No. 6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	No. 7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	No. 8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	No. 9	0.16	0.00	0.00	0.00	0.16
	No.10	Tr	0.00	0.00	0.00	Tr
冷凍葉区	No.11	2.92	1.79	0.59	0.58	5.88
	No.12	2.00	1.86	0.58	0.79	5.23

(注) Tr は、HPLC のクロトグラム上では存在が確認されたが計算上の含有量は0であることを示す。

進んだことを示していた。

蒸熱葉区では煎茶製造と同様に、生葉を始めに蒸気で蒸し、その後に空気酸化と乾燥を行った。その結果、蒸熱葉では密封発酵処理を行った No.7 と破碎した生葉を加えた No.9 でカテキン量がいくらか減少した以外にいずれも大きな差は認められなかった。また、No.9 ではわずかながら TF が生成した。この TF の生成が添加した破碎生葉の酵素の効果によるものか、単に添加した破碎生葉の発酵によるものかは不明である。これらのことから、蒸熱処理によってポリフェノールオキシダーゼが失活した後には、空気酸化によるカテキン類の酸化発酵はほとんど進行しないと考えられた。

表4 発酵加工茶葉中の遊離アミノ酸類組成

(%)

試 験 区		Asp	Glu	Asn	Ser	Gln	Arg	Ala	TA	合 計
生 葉 区	No.1	0.07	0.17	0.01	0.04	0.02	0.04	0.10	0.60	1.05
	No.2	0.14	0.23	0.04	0.09	0.06	0.03	0.12	0.51	1.22
	No.3	0.04	0.10	0.01	0.02	0.04	0.03	0.08	0.42	0.74
	No.4	0.15	0.25	0.02	0.07	0.05	0.03	0.05	0.44	1.07
蒸熱葉区	No.5	0.20	0.28	0.01	0.08	0.03	0.02	0.03	0.57	1.22
	No.6	0.19	0.29	0.01	0.06	0.03	0.03	0.02	0.60	1.22
	No.7	0.20	0.31	0.01	0.06	0.02	0.01	0.02	0.58	1.22
	No.8	0.17	0.24	0.01	0.06	0.03	0.02	0.03	0.54	1.22
	No.9	0.16	0.24	0.01	0.05	0.02	0.01	0.03	0.51	1.12
	No.10	0.10	0.14	0.04	0.07	0.03	0.05	0.03	0.58	1.04
冷凍葉区	No.11	0.09	0.23	0.01	0.03	0.04	0.02	0.04	0.57	1.03
	No.12	0.07	0.19	0.01	0.03	0.04	0.03	0.04	0.44	0.85

今回の試験区のうち、発酵にもっとも高い効果が認められたのは冷凍葉区であった。カテキン類が大きく減少し、その一方でテアフラビン類の生成量も多かった。また、発酵後や乾燥中に感じられる香気は強い芳香を有していた。その理由としては、硬葉化した生葉をいったん冷凍したことにより生葉中の水分が凍結し、成長した氷晶によって細胞内の液胞の破裂や細胞壁の破壊が起き、その結果として発酵が進行しやすくなったものと考えられた。紅茶発酵におけるポリフェノール類含量の経時変化では、カテキン類では発酵開始後約 12 時間で当初の 1/10 ないしそれ以下になり、テアフラビン類では 3 ~ 5 時間程度で最大量になりそれ以後は減少していくことが明らかにされている⁴⁾が、冷凍葉の発酵もこれとほぼ同様の変化が見られた。

遊離アミノ酸類の分析結果については表4に示した。遊離アミノ酸類については、Asp が No.1、3、10、11、12 で、Glu が No.1、3、10 で少なく、Ala が No.1、2、3 でやや大きい値を示した。いずれも発酵が多少なりとも進行した区分であったことから発酵に伴う変化であることが推定された。しかし、生葉を破碎処理した No.4 では発酵が進んでいたにもかかわらず蒸熱葉区との差がほとんどなかったことから、遊離アミノ酸量の変化の原因については更に検討が必要と考えられた。

これらのことから、冷凍後に発酵させるなどの加工工程を経ることによって、硬葉化した整枝葉から発酵茶への加工が比較的容易になり、成分面からは市販の紅茶に近いものが得られることがわかった。

4 . 結 び

茶は、春季の一番茶期の新芽を用いたものが最も商品としての価値が高く、新茶として高い価格で取り引きされている。それ以後は、二番摘み、あるいは夏茶、さらには秋茶となり、摘採時期が後になるほど商品価値が下がる。これは、茶樹の成長に伴って、茶葉に含まれるカテキン類の増大や遊離アミノ酸量の減少といった品質に関わる成分の含有量や、これらの成分の部位別含有量が大きく変動するだけでなく、葉の成熟に伴う硬葉化によって加工性も悪くなることによる。

今回の試験により、紅茶製造で行われているオーソドックス製法では発酵が難しい硬葉でも、成分面からは比較的良好的な発酵茶を得ることが可能であると考えられた。現段階では、飲用特性などの官能面では商業的に流通している製品に及ぶものではないが、発酵後の乾燥方法の検討、とりわけ乾燥温度や乾燥時間によって大幅な品質の改善ができるものと考えている。

文 献

- 1) 中莖秀夫・竹内啓子・辻正樹：愛知食工技年報，42，48(2001)。
- 2) 後藤哲久・堀江秀樹・向井俊博：茶業研究報告，77，29 (1993)。
- 3) 中林敏郎・伊奈和夫・坂田完三：緑茶・紅茶・烏龍茶の化学と機能,17(1994), 弘学出版。
- 4) 中林敏郎・伊奈和夫・坂田完三：緑茶・紅茶・烏龍茶の化学と機能,61(1994), 弘学出版。