

CTC製法を利用した食品・飲料原料用に特化した緑茶の開発

食品科 浅沼俊倫 三宅健司 油上 保*
日研フード株式会社 杉山甲斐 九島祥弘

The development of green tea specialized for food and beverage ingredients using the CTC method

Toshimichi ASANUMA, Kenji MIYAKE, Tamotsu YUGAMI, Kai SUGIYAMA and Yoshihiro KUSHIMA

Recently, manufacturing methods using CTC machines, a type of crusher for black tea production, has caught much attention in green tea manufacturing. Although the shape of tea leaves processed using the CTC machine is different from that of orthodox tea, the CTC method can greatly simplify the tea manufacturing process. In addition, utilizing the geographical advantages of Shizuoka Prefecture, where all the production, primary processing and final processing industries are closely located, and setting the moisture content of tea leaves at a high level—a technique quite impossible in the conventional method due to logistics considerations—reduces costs and allows the development of high-quality tea leaves with low thermal degradation for use in processed food and beverages. This study examined the effects of moisture content on CTC tea through component analysis.

The results showed that amino acids and total polyphenols did not change with moisture content. On the other hand, bitter components, namely catechins and caffeine, tended to increase depending on moisture content. In addition, the aroma component analysis suggested that, by processing tea leaves to exceed a certain level of moisture, it was possible to manufacture tea leaves with aroma properties different from orthodox tea for use in food and beverages.

Keywords : CTC, tea polyphenol, aroma analysis

キーワード : CTC、茶ポリフェノール、香気分析

1 はじめに

従来、緑茶は伝統的に茶葉の状態で消費者に販売されることを前提とした加工法が採用されてきた。緑茶を加工する上では、茶の味や香りなどは当然重要視されるが、合わせて色や形状といった外観も重要な品質要素となる。しかし、近年になって飲料や菓子などの加工原料としての需要が増え、消費者が直接茶葉に触れることなく茶を楽しむ機会が増えてきた。このような場合においては茶葉が直接消費者の目に触れないため、日本茶独特の茶葉を撚った針状の形状が必ずしも必要とされない。

そのような中、海外で紅茶の加工に用いられてきたCTCが国内で注目されつつある。CTCとは、主にティーバッグ用の紅茶の製造に用いられる破碎機で、装置内にステンレス製の2本のローラーが僅かな隙間をあけて

並行に設置されており、双方が内側方向に回転し、隙間に茶葉を巻き込む構造になっている。ローラーには細かな刃が刻んであり、茶葉を押しつぶし（Crush）、引き裂き（Tear）、丸める（Curl）ことで、破碎機と揉捻機を兼ねたような役割を果たす。CTCを用いることで、製茶後の茶葉の形状は従来と大きく異なるものの、従来の製茶工程を大幅に簡略化することができる。

上記に加え、生産・一次加工・最終加工の各産業が集積する静岡県の地の利を活かし、本来であれば流通の都合上考えづらい程に茶葉の水分含有率を高く設定することで、乾燥工程におけるコストを抑え、熱劣化の少ない高品質な加工原料用茶葉の開発が行われている。

本研究では、茶時期及び乾燥状態が異なるCTC加工茶葉の成分分析を通して、水分含有率がCTC茶葉

*) 現 企画調整部

に与える影響を調査した。

2 方法

2.1 試料

茶葉は静岡市産のやぶきた種で、平成29年度の二番茶及び秋冬番茶を用いた。従来と同様の方法で蒸熱により殺青した後、ローターベインにより一次破碎を行い、そのままCTC処理を行った。CTC処理後の茶葉は流動層乾燥機により乾燥を行い、これをCTC加工茶葉としたが、この際に乾燥条件を調整することで、水分含有率がそれぞれ約5%、20%、40%、60%となる茶葉を製造した。

さらにそれらの茶葉を元に加工原料サンプルとして緑茶エキスを調製した。上記の茶葉8種（茶時期2水準、水分含有率4水準）を用いてそれぞれ60℃、30分、20倍加水の条件で抽出を行い、得られた抽出液に対して水溶性固形分量あたり50%となるように賦形剤を加え、スプレードライにより乾燥・粉体化したものを緑茶エキスとした。

試料である茶葉及び緑茶エキスは全て上記の加工が施された状態で日研フード株式会社より提供されたものを分析に用いた。

なお、上記茶葉の水分含有率はあくまでも目標値であり、実際の水分含有率は正確に目標値と一致していないことから、分析値の算出に際しては水分含有率を別途測定した上でその実測値を用いて計算した。緑茶エキスに関しては、乾燥粉末であることから水分含有率は0%として扱った。

2.2 分析内容

分析は、水溶性成分として旨味成分であるアミノ酸類（グルタミン酸：以下Glu、テアニン）、苦渋味成分であるカテキン類（エピカテキン：以下EC、エピガロカテキン：以下EGC、エピカテキンガラート：以下ECG、エピガロカテキンガラート：EGCG）、カフェイン、総ポリフェノールについて行った。

また、揮発性成分分析として茶香氣成分の分析を行った。

2.3 分析方法

アミノ酸類の分析は以下の方法で行った。手で一掴み程度の茶葉を破碎機（大阪ケミカル株式会社製ワンダーブレンダー）に投入し、約10秒間破碎した。破碎した茶葉はそれぞれ一定量（約500～1200mg程度）正確に秤量した。サンプル量は水分含有率を考慮し、固形分当たりの量で同程度となるよう調整した。秤量し

た茶葉を100ml容量の三角フラスコに投入し、そこへ約80ml程度の沸騰水（イオン交換水）を入れ、ウォーターバス中で80℃に保ちながら30分間抽出を行った。抽出後は水浴により常温まで冷却した後、メスフラスコへ移してイオン交換水にて100mlまで正確にメスアップした。こうして得られた抽出液をポアサイズ0.2μmの親水化PTFE製ディスクフィルターでろ過し、バイアル瓶に移したものをHPLC分析に供した。また緑茶エキスに関しては、以下の方法で調整した。緑茶エキス約20mgを正確に秤量し、秤量値を記録したのちに15ml容量の遠心管に投入し、そこへ約8ml程度の沸騰水（イオン交換水）を加えて完全に溶解させた。その後は茶葉と同様の条件で処理を行い、HPLC分析（株式会社島津製作所製CR-9A）に供した。HPLCの分析条件は渡瀬¹⁾らの方法に従った。

カテキン類及びカフェインは以下の方法に従って分析を行った。アミノ酸分析と同様に茶葉を破碎・秤量（約100～25mg程度）した。秤量した茶葉は100ml容量の三角フラスコに投入し、そこへ約80ml程度のメタノールを入れ、15分間抽出を行った。抽出中はマグネティックスターラーで茶葉が沈殿しない程度に攪拌した。抽出後はメスフラスコへ移してメタノールで100mlまで正確にメスアップした。こうして得られたメタノール抽出画分1mlに対し、2mMアスコルビン酸水溶液1mlを加えボルテックスミキサーでよく攪拌したのちポアサイズ0.2μmの親水化PTFE製ディスクフィルターでろ過し、バイアル瓶に移したものをUHPLC分析（Waters社製Acquity UPLC）に供した。緑茶エキスに関しては、約30mgを正確に秤量し、メスフラスコを用いて10mlにメスアップし、以降は茶葉と同様の操作を行った。UHPLCの分析条件は佐藤²⁾らのテアフラビン類の分析方法と同様の条件を用いた。

総ポリフェノール分析は、緑茶タンニン量の工程分析法である酒石酸鉄法³⁾を用いて分析を行った。茶葉の破碎はアミノ酸分析と同様の方法で行った。また、緑茶エキスの場合は、約100mgを正確に秤量し、約80ml程度の沸騰水（イオン交換水）を加えて完全に溶解させ、室温まで冷却した後メスフラスコを用いて100mlにメスアップしたものをサンプルに用いた。

香氣成分分析は以下の条件で行った。各茶葉を原料にペットボトル飲料を作成し、その飲料をサンプルとして用いた。茶の抽出は水分含有率5%の茶葉を基準として、総量20倍加水（水は全てイオン交換水を使用、以下同様）、60℃、30分の条件で行った。茶葉

【報告】

の水分含有率がそれぞれ異なるため、茶葉の使用量及び加水量は固形分が上記と同量になるよう調整した。抽出は総量10kgのスケールで行い、ステンレスタンクを用いてウォーターバス中で保温しながら行った。また、抽出中は茶葉が沈殿しないよう投げ込み式攪拌機で攪拌した。抽出後はステンレス篩を用いて茶葉を大まかにろ過した後、約25kg程度まで一次加水を行い、清澄化工程に供した。清澄化は膜ろ過装置（旭化成株式会社製マイクロザ）を使用し、精密ろ過膜（細孔径0.45 μ m）を用いて、インバータ60Hz、ろ過時間1800秒につき逆洗5秒間の条件でろ過を行った。得られた清澄化液に、調合量に対し300ppmとなるようにアスコルビン酸を加え、重曹水溶液を添加してpHを6.2に調整したのち、メスアップしてBrixを0.3%に調整したものを調合液とした。調合液はUHT殺菌機を用いて136℃、40秒の条件で殺菌を行い、280ml容量のペットボトルに充填した。充填後は直ちに容器を横倒しにして30秒以上転倒殺菌を行い、水溶にて常温まで冷却し、PETボトル飲料とした。香気成分分析においては、茶葉の分析は上記飲料を開封したものをそのまま用い、緑茶エキ스는0.6% (w/v)となるようイオン交換水に溶解したものをサンプルとして用いた。分析は、GC-MS（アジレント社製GC7890A/5975C＋ゲステル社製DHS）を用いて行った。装置への導入はダイナミックヘッドスペース法を採用した。20 mlバイアルに上記サンプル5mlを加えて、40℃で5分間インキュベートした後、更に40℃で20分間加熱して揮発した香気成分を吸着剤（TenaxTA）に吸着し（50ml/min.）、ドライパージを15分間（50ml/min.）したものを加熱脱着装置を利用してGCに注入した。GCの分析条件は以下の通り。カラム：DB-5ms（0.25mm×60m、膜厚0.25m）、昇温条件：40（5分ホールド）－250℃（10℃/分）。

3 結果と考察

3.1 アミノ酸分析

アミノ酸分析の結果を図1及び2に示した。分析の結果、茶葉・緑茶エキスを共に二番茶に比べ、秋冬番茶のアミノ酸含有率が高いという結果になった。一般的には茶時期が遅くなるに従ってアミノ酸含有量が減少すると言われており、それとは逆の結果となった。緑茶のアミノ酸は茶時期の他、芽が伸び始めてから摘採までの時間の長さ、摘採する部位、土壌や気候といった要素の影響を受けることが知られている。二番茶は秋冬番茶に比べアミノ酸が多いとは言われているが、そ

の差は一番茶と比較すると大きくはなく、茶時期以外の要素により逆転した可能性が考えられた。また、各茶時期での水分含有率の影響を見てみると、加工日や畑の違い等もあるため多少の濃度の高低はあるものの、茶葉及び緑茶エキスを共に水分含有率に依存した変化は見られず、乾燥状態の違いがアミノ酸含有率に与える影響は少ないものと推測された。

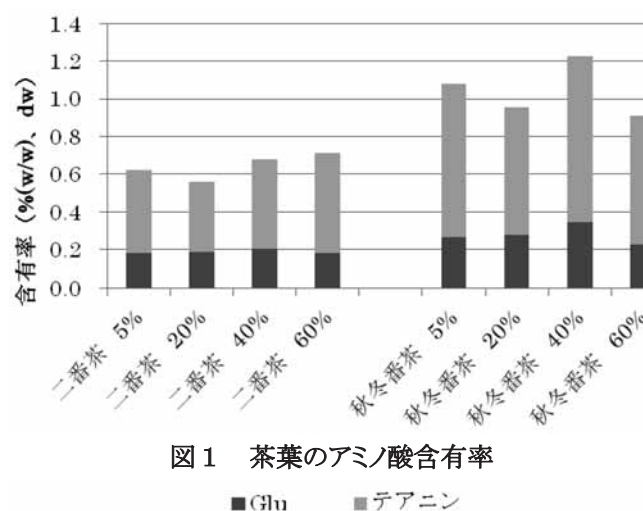


図1 茶葉のアミノ酸含有率

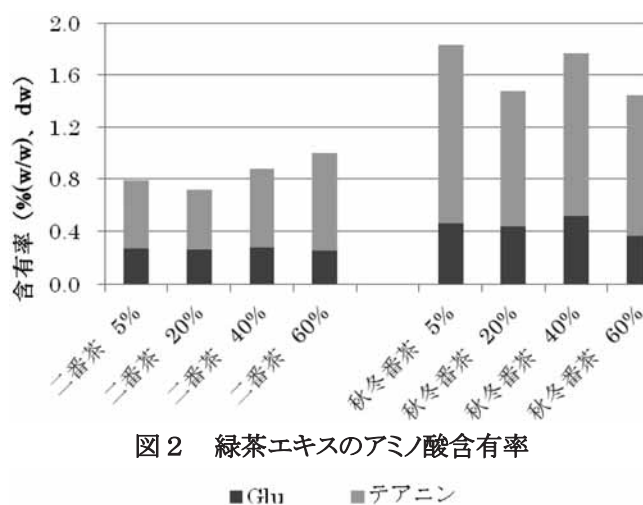


図2 緑茶エキスのアミノ酸含有率

3.2 カテキン類分析

カテキン類分析の結果を図3及び4に示した。その結果、秋冬番茶に比べ二番茶のカテキン類含有率が高いという結果になった。また、茶葉において水分含有率が高くなるにつれカテキン類含有率が高くなる傾向が見られた。この原因について詳細は不明だが、カテキン類は熱に弱い性質があることから、乾燥のための加熱により減少している可能性が考えられる。一方、緑茶エキスにおいてはこの傾向はみられなかった。これは粉体化工程における加熱が強いために、カテキン類の大きな減少が生じ、茶葉の乾燥条件の違いによるカテキン類含有率の差が埋没した可能性が考えられた。

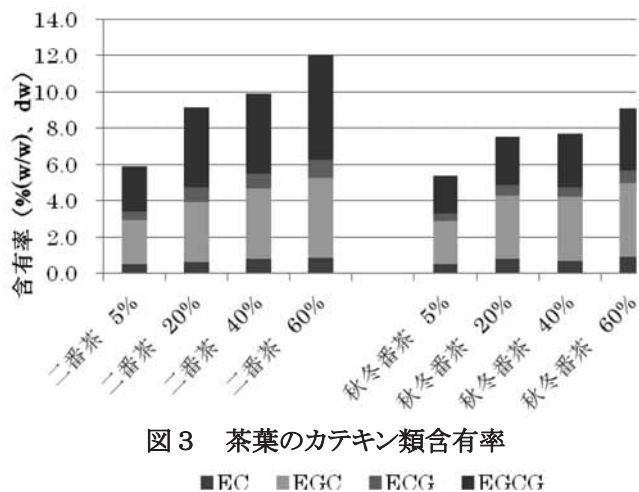


図3 茶葉のカテキン類含有率

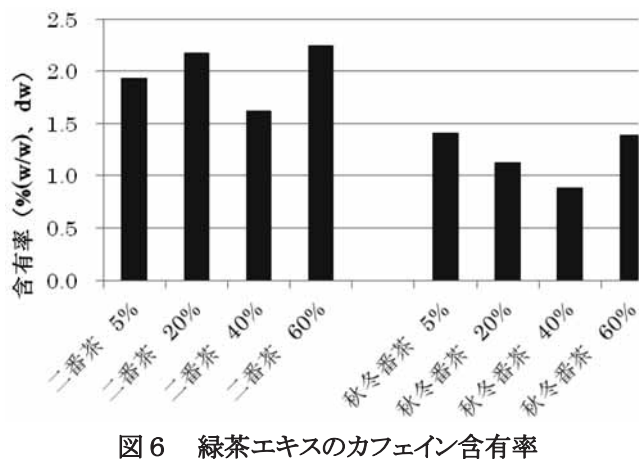


図6 緑茶エキスのカフェイン含有率

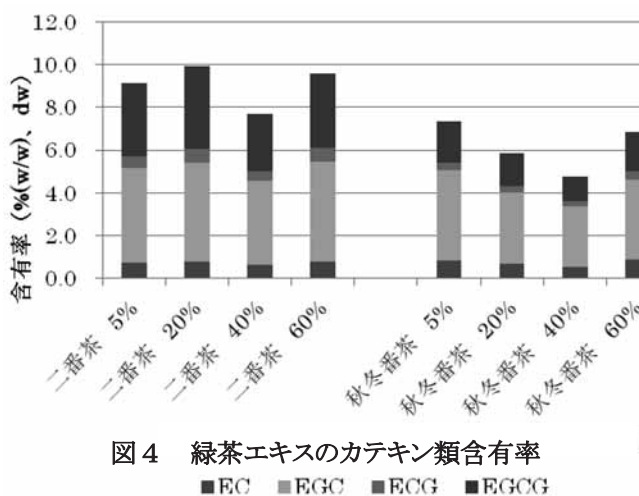


図4 緑茶エキスのカテキン類含有率

3.3 カフェイン分析

カフェイン分析の結果を図5及び6に示した。分析の結果、カテキン類と同様、秋冬番茶に比べ二番茶で含有率が高く、また茶葉において水分含有率が高くなるにつれカフェイン含有率が高くなる傾向が見られた。この原因について詳細は不明だが、カフェインは昇華性を持つため、カテキン類同様、乾燥のための加熱により減少している可能性が考えられる。一方、緑茶エキスにおいてはこの傾向はみられなかったがこれもカテキン類と同様の理由が考えられた。

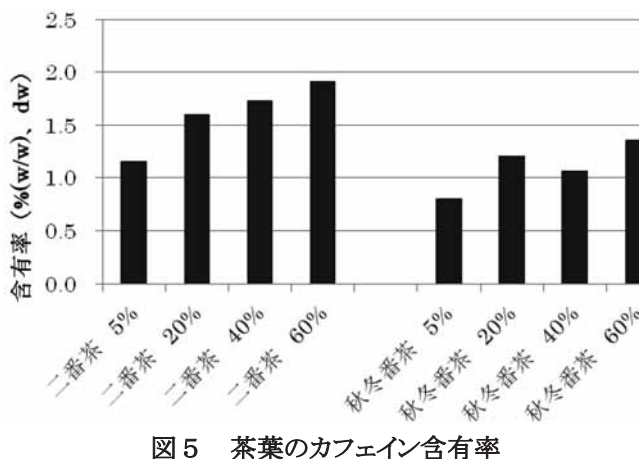


図5 茶葉のカフェイン含有率

3.4 総ポリフェノール分析

総ポリフェノール分析の結果を図7及び8に示した。茶葉及び緑茶エキスのどちらにおいても、秋冬番茶に比べ二番茶の総ポリフェノール含有率がやや高いという結果になった。また、加工日や畑の違い等もあるため多少の濃度の高低はあるものの、水分含有率依存した変化は見られず、乾燥状態の違いが総ポリフェノール含有率に与える影響は少ないものと推測された。

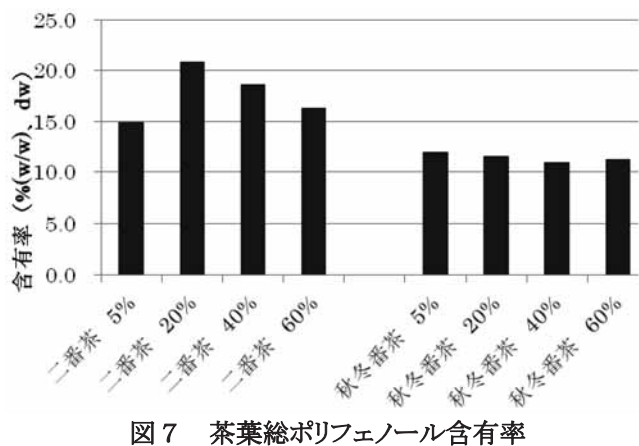


図7 茶葉総ポリフェノール含有率

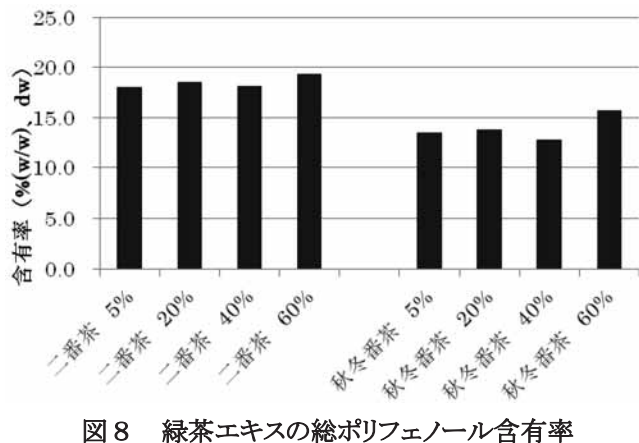


図8 緑茶エキスの総ポリフェノール含有率

【報告】

3.5 香気成分分析

香気成分の分析の結果、茶葉から製造したPETボトル飲料においては、香気を有する成分として20成分が同定されたが、そのうち水分含有率依存した変化が見られた成分を表1に示した（n=3）。二番茶の水分含有率60%のみに検出されたacetoinはバター様あるいはヨーグルト様の香気とされ、主に発酵食品に多く含まれることが知られており、発酵などの成分変化を生じている可能性が示唆された。また、3-Hexen-1-ol、(E)-1-Hexanolは青葉様の香りとされ、水分含有に依存して多く検出された。これらの結果から、水分含有率を高く加工することで、従来とは異なる香気特性を持つ茶葉を製造できる可能性が示唆された。一方、緑茶エキスの香気成分分析の結果、3種類の香気成分が同定された。表2にその全てを示すが、これは茶葉で同定された成分数に比べ大幅に少なかった。粉体化の工程で揮発性成分の多くが失われるためだと思われ、粉体化されたエキスには香気は残りにくいことがわかった。

4 まとめ

水分含有率及び茶時期の異なる8種のCTC処理茶葉及びそれを元に抽出・粉体化した緑茶エキス8種をサンプルとして、アミノ酸類、カテキン類、カフェイン及び総ポリフェノールの分析を行った。また、上記8種の茶葉を用いてペットボトル飲料を試作し、緑茶エキス8種と併せて香気成分の分析を行った。

アミノ酸含有率及び総ポリフェノール含有率に関して

は、茶時期による影響はみられたものの、水分含有率に依存した成分変化はみられず、加工条件がこれらの成分に与える影響は小さいと思われた。

カテキン類・カフェイン含有率に関しては水分含有率に依存して高くなる傾向が見られた。

香気成分に関しては、二番茶の様な比較的酵素活性が高い茶葉を一定以上の水分含有率にした場合、従来と異なる香気特性を有する茶葉となる可能性が示唆された。また、それ以外の条件であれば、加工条件が香気特性に与える影響は小さく、品質は安定であると思われた。

謝辞

本研究は、平成29年度（公財）静岡県産業振興財団 産学官連携研究開発助成事業の一環として行われました。

参考文献

- 1) 渡瀬隆也 他：フジ小軍鶏と肉用鶏の理化学特性の比較．静岡県工業技術研究所研究報告．2．17-21（2013）
- 2) 佐藤文彦 他：テアフラビン類の製造方法、及びテアフラビン類を含む飲料．特開2015-122992（2015.7.6）
- 3) 池ヶ谷 他：茶の分析法．茶業研究報告．71．43-74（1990）

表1

化合物	茶時期	ピーク面積値											
		5%			20%			40%			60%		
acetoin	二番茶	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	9,975,457	10,306,742	8,322,474
	秋冬番茶	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
3-Hexen-1-ol , (E)-	二番茶	251,473	244,360	267,480	176,653	199,730	167,430	383,373	389,953	393,254	2,439,210	2,292,479	2,417,475
	秋冬番茶	100,187	105,891	83,552	646,561	610,221	667,186	294,427	326,246	288,861	746,998	732,845	755,971
1-Hexanol	二番茶	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	52,769	53,837	46,658
	秋冬番茶	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

表2

化合物	茶時期	ピーク面積値											
		5%			20%			40%			60%		
acetoin	二番茶	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	415,662	382,855	488,156
	秋冬番茶	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Toluene	二番茶	198,653	250,330	195,336	204,500	196,407	180,914	205,591	193,824	178,203	N.D	87,986	N.D
	秋冬番茶	119,218	130,665	117,761	128,395	125,151	103,916	N.D	N.D	125,356	184,346	147,512	144,631
Nonanal	二番茶	98,785	109,327	96,670	N.D	57,785	63,194	61,320	72,332	61,890	101,498	74,888	89,799
	秋冬番茶	N.D	N.D	33,855	48,906	39,623	42,747	88,386	83,526	N.D	N.D	70,565	36,832