- 10) 北岸確三, 小畑 仁: 土肥誌講要, No. 15, Part I, 50 (1969).
 11) 石垣幸三, 河合惣吾: 茶技研, No. 16, 40 (1957).

Summary

Determining method of Ca, Mg, Fe, Cu, Ni, Mn, and Zn in tea leaves and tea soils by the atomic absorption spectrometer (Hitachi 139 type) was investigated.

The directions for use were as follows:

power=0.4 kg./cm², flux=1.5 l./min.

(acetylene gas)

power=1.4 kg./cm², flux=7 l./min. (air)

By this method, we could easily determine the amount of 10~30 ppm. Ca, 1~5 ppm. Mg, 10~100 ppm. Fe, 1~10 ppm. Cu, 10~50 ppm. Ni, 10~30 ppm. Mn, and 1~10 ppm. Zn in sample solution.

(Aug., 19, 1969)

貯蔵条件が茶の品質に及ぼす影響**

農林省茶業試験場 深津修一・原 利 男

Effect of Storage Condition on the Qualities of Green Tea

By Shuichi FUKATSU and Toshio HARA

1 ま え が き

茶は乾燥食品であり、本来貯蔵性を持たすべく加工してあるので、他の生の食品に比して貯蔵性はすぐれているが、貯蔵方法によってはかなり短期間に変質してしまう。

著者らの1人は、さきに、貯蔵温度と水分および窒素ガス封入が茶の品質に及ぼす影響について調査したが、最近、著しく進歩した統計的手法からみると、それらの結果はまだ十分な情報によって裏づけられているとはいえない。

そこで、これらの因子が茶の品質にどのような影響を与えているかをさらに明白にするため、これらの因子を直交表にわりつけ、茶の貯蔵試験を行ない、その結果を統計的に解析したところ、いままでの試験では求められなかったより多くの情報が得られたので、ここに報告する。

2 実 験 方 法

2.1 供試材料および直交表へのわりつけ

一番茶期の上級煎茶を2種の水分量に調整してカン詰

め(4号カン)にし、カンに小さな穴をあけ、窒素ガス置換装置に入れ、真空度を変えて脱気し、続いて窒素ガスで置換し、カンの穴を封じ、表1のようなカン内残存酸素量に調整し、温度および貯蔵期間を2水準とり、品質およびアスコルビン酸含量に及ぼす影響を調べた。アスコルビン酸の分析および官能検査は、1日に試料4点くらいが精度上よいように考えられたので、ブロック(測定日)を4水準とることにした。実験は L_{32} 直交表に表1の因子と水準を表2のようにわりつけて行なった。

表 1 因子と水準

因 子	水 準			
	1	2	3	4
茶の水分(W) %	3.2	6.7	—	—
貯蔵温度(T) °C	5	25	—	—
残存酸素量(O) %	1.3	5.2	9.4	21.0
貯蔵期間(M) 月	2	4	—	—
ブロック(B)	1	2	3	4

* 茶業技術研究 No. 40, 58~66 (1970) より転載

** この報文の内容は、食品工誌, 16, 247 (1969) に発表した。

表 2 直交表へのわりつけ

列番	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
基本	a	b	a b	c	a c	b c	a b c	d	a d	b d	a b d	c d	a c d	b c d	a b c d	e
表示 要因	B ¹	B ²	B ³	T	O ¹ W	O ² M	e	O ¹	T W	e	e	T O ¹	W	O ¹ M	e	O ²

列番	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
基本	a e	b e	a b e	c e	a c e	b c e	a b c e	d e	a d e	b d e	a b d e	c d e	a c d e	b c d e	a b c d	
表示 要因	W T O ¹	T M	e	T O ²	O ¹ W	M	e	O ¹	W T O ²	e	W M	O ¹ T	W O ²	O ¹ M	e	

表 3 官能検査用尺度

評価点	相 対 評 価 の 尺 度
7	対照と比較して少しよい
6	“ わずかによい
5	対照と差がない
4	対照と比較してわずかに悪い
3	“ 少し悪い
2	“ かなり悪い
1	“ 非常に悪い

なお、カン内残存酸素量の測定はガスクロマトグラフィーにより、水分は常圧乾燥法によった。アスコルビン酸含量はヒドラジン法によって分析した。

2.2 官 能 検 査

5人のパネルにより、次の方法で色沢、水色、かおりおよび味の4項目について採点した。採点は水分3.2%、カン内残存酸素量1.3%のものを-20℃に貯蔵したものを対照として表3のような尺度で行なった。なお、通常1～5までの尺度でよいように思われるが、茶の味については少し変質したもののほうがうまいと評価されるものもあるので、6～7の尺度も入れた。

3 実験結果および考察

実験計画に基づいた測定値は表4のとおりである。

3.1 色沢に対する諸因子の影響

色沢に対する分散分析の結果は表5のとおりで、温度、水分および温度と水分の2因子間交互作用に危険率1%で有意差が認められた。

これらの有意差の認められたものの関係を示すと図1のとおりである。

これによると、色沢の変化には温度および水分の影響が大きく、この実験の範囲内では容器内の残存酸素量はほとんど影響がないようであった。すなわち、茶の表面色のかわりは、容器内の酸素含量を少なくしても、温度が高く、水分が多いと起こるようである。また、図1から、水分3.2%で5℃に貯蔵したものはほとんど変化がないようであったが、水分6.7%で25℃に貯蔵したものは、「かなり」または「非常に」悪くなっていた。なお、水分3.2%で25℃に貯蔵したものと、水分6.7%で5℃に貯蔵したものは「わずかに」または「少し」悪かったが、両者の間に有意な差はなかった。

3.2 香氣に対する諸因子の影響

香氣に対する分散分析の結果は表6のとおりで、温度、水分および酸素に危険率1%で有意差が認められ、温度と水分の2因子間交互作用に危険率5%で有意差が認められた。これらの関係を示すと図2のとおりである。

これによると、香氣の変化には温度および水分の影響が大きく、ついで酸素の影響が大きかった。図2に示されているように、酸素量1.3%のものと9.4%以上のものとの間には有意差があり、酸素量5.2%と9.4%間には差がなかったが、これらのものと21.0%の間には有意差が認められた。したがって、窒素封入に当たっては

茶 業 研 究 報 告

表 4 貯 蔵 条 件 と 実 験 結 果

No.	因 子 と 水 準				官 能 評 価 点				ア ス コ ル ビ ン 酸
	水 分	温 度	酸 素 含 量	貯 蔵 期 間	色 沢	香	水 色	味	
1	3.2%	5°C	1.3%	2月	5.0	5.8	5.4	5.6	484.0mg%
2	3.2	5	21.0	4	5.0	3.2	5.0	2.6	437.9
3	6.7	5	9.4	2	3.8	3.6	3.0	3.0	440.3
4	6.7	5	5.2	4	3.4	3.8	3.0	3.8	430.6
5	6.7	25	1.3	4	1.4	1.2	4.0	4.2	452.8
6	6.7	25	21.0	2	2.0	1.8	1.0	1.6	311.4
7	3.2	25	9.4	4	3.4	3.0	3.8	3.2	447.8
8	3.2	25	5.2	2	3.8	3.6	4.0	4.0	462.5
9	3.2	5	1.3	4	4.6	5.0	5.0	4.6	488.8
10	3.2	5	21.0	2	5.0	4.0	4.6	4.2	458.9
11	6.7	5	9.4	4	3.6	3.0	3.0	3.0	428.6
12	6.7	5	5.2	2	3.8	3.2	2.6	3.0	458.9
13	6.7	25	1.3	2	1.6	2.4	3.4	3.4	473.9
14	6.7	25	21.0	4	1.0	1.0	1.0	1.2	245.1
15	3.2	25	9.4	2	3.8	3.8	4.4	3.6	447.2
16	3.2	25	5.2	4	3.0	4.0	4.0	4.2	439.2
17	6.7	5	1.3	2	3.8	3.8	3.8	5.2	479.8
18	6.7	5	21.0	4	4.0	3.4	2.8	3.0	403.2
19	3.2	5	9.4	2	4.6	4.6	4.8	5.2	489.4
20	3.2	5	5.2	4	5.0	4.4	5.0	3.8	481.1
21	3.2	25	1.3	4	4.0	3.4	5.0	4.6	483.0
22	3.2	25	21.0	2	3.2	2.6	2.6	3.0	407.0
23	6.7	25	9.4	4	1.4	2.0	1.6	1.8	365.8
24	6.7	25	5.2	2	1.8	1.8	1.6	2.0	393.8
25	6.7	5	1.3	4	3.8	4.0	3.4	3.6	463.9
26	6.7	5	21.0	2	3.4	3.0	2.0	3.4	447.8
27	3.2	5	9.4	4	5.0	4.0	4.4	3.4	487.7
28	3.2	5	5.2	2	5.0	4.8	5.0	5.0	493.5
29	3.2	25	1.3	2	4.0	4.8	5.0	5.2	490.8
30	3.2	25	21.0	4	3.4	2.8	3.4	2.0	402.7
31	6.7	25	9.4	2	1.4	1.6	1.0	2.4	413.1
32	6.7	25	5.2	4	1.2	1.8	2.0	2.0	421.0

注：官能評点は5人の平均値で示した。

表 5 色 沢 に 関 す る 分 散 分 析 表

要 因	平 方 和	自 由 度	分 散	分 散 比
ブ ロ ッ ク	4.125	3	1.375	0.638
温 度	630.125	1	630.125	292.232**
水 分	544.500	1	544.500	252.522**
酸 素	3.375	3	1.125	0.522
貯 蔵 期 間	6.125	1	6.125	2.841
温 度 × 水 分	40.500	1	40.500	18.785**
誤 差	17.250	8	2.156	

注：2 因子および 3 因子交互作用は有意差のあるもののみを示した。

図 1 色 沢 に 対 す る 諸 因 子 の 影 響

注：l. s. d：最小有意差

表 6 香 気 に 関 す る 分 散 分 析 表

要 因	平 方 和	自 由 度	分 散	分 散 比
ブ ロ ッ ク	1.375	3	0.458	0.086
温 度	378.125	1	378.125	71.386**
水 分	392.000	1	392.000	74.006**
酸 素	121.125	3	40.375	7.622**
貯 蔵 期 間	21.125	1	21.125	3.988
温 度 × 水 分	32.000	1	32.000	6.041*
誤 差	42.375	8	5.297

図 2 香 気 に 対 す る 諸 因 子 の 影 響

できる限り酸素量を少なくしたほうがよいが、酸素量9%くらいのものも空気そのままのものよりは香気の変化が少なく、その効果を認めた。温度と水分の2因子間交互作用は、図1とほぼ同様な傾向を示した。

なお、この試験の供試茶には、なるべく火入れ香を付けないように荒茶を再乾燥し、それに水分を吸湿させて必要な水分区分になるように調整したため、荒茶に近い状態での香気の変化を調べたものであって、この結果を

そのまま火入れ香の強い茶にまで適用することには問題があるように思う。この点については別の試料で実験を行ない明らかにする予定である。

3.3 水色に対する諸因子の影響

水色に対する分散分析の結果は表7のとおりで、温度、水分、酸素および温度と酸素の2因子間交互作用に危険率1%で有意差が認められた。これらの関係を示すと図3のとおりである。

表 7 水色に関する分散分析表

要 因	平 方 和	自 由 度	分 散	分 散 比
ブ ロ ッ ク	15.094	3	5.031	2.555
温 度	175.781	1	175.781	89.286**
水 分	810.031	1	810.031	411.444**
酸 素	264.094	3	88.031	44.714**
貯 蔵 期 間	3.781	1	3.781	1.921
温 度 × 酸 素	62.844	3	20.948	10.640**
誤 差	15.750	8	1.969

図 3 水色に対する諸因子の影響

これによると、水色の变化は温度の影響より水分の影響のほうが大きく、また、酸素の影響も香気の場合よりは大きく現われている。酸素1.3%のものは対照との間に差がないか、または「わずかに悪い」程度でほとんど変化していなかったが、酸素5.2%と9.4%のものは「わずかに悪い」かまたは「少し悪い」程度に変化し、空気そのままのものは、「少し悪い」と「かなり悪い」の間くらいまで変化していた。

つぎに温度と酸素の2因子間交互作用では、酸素1.3%のものは温度が変わってもほとんど変化してないようであるが、酸素5.2%以上のものは高温の場合、著しく水色が劣変するようである。

以上の結果から、水色の变化を防止するためには、水分を少なくして低温に貯蔵する以外に、容器内の酸素量もできる限り少なくする必要を認めた。

3.4 味に対する諸因子の影響

味に対する分散分析の結果は表8のとおりで、温度、水分および酸素に危険率1%で、貯蔵期間に危険率5%で有意差が認められた。これら有意差の認められたものの関係を示すと図4のとおりである。

これによると、味の変化には温度および水分の影響が大きい、水色同様に酸素もかなり大きく影響している。酸素1.3%のものは対照との間に「差はない」かまたは「わずかに悪い」程度でほとんど変化していなかったが、酸素5.2%と9.4%のものは「わずかに悪い」かまたは「少し悪い」程度に変化し、空気そのままのものは「少し悪い」と「かなり悪い」の間くらいまで変化していた。

以上の結果から、味の変化を防止するには、水色同様の注意が必要であり、また、味の変化にも水色と同様に

表 8 味に関する分散分析表

要 因	平 方 和	自 由 度	分 散	分 散 比
ブ ロ ッ ク	5.125	3	1.708	0.278
温 度	153.125	1	153.125	24.936**
水 分	242.000	1	242.000	39.410**
酸 素	390.625	3	130.208	21.204**
貯 期 蔵 間	60.500	1	60.500	9.852*
誤 差	49.125	8	6.141

図 4 味に対する諸因子の影響

表 9 採点合計に関する分散分析表

要 因	平 方 和	自 由 度	分 散	分 散 比
ブ ロ ッ ク	49.745	3	16.582	0.694
温 度	5000.000	1	5000.000	209.424**
水 分	7938.000	1	7938.000	332.482**
酸 素	2134.500	3	711.500	29.801**
貯 蔵 期 間	136.125	1	136.125	5.702*
温 度 × 水 分	288.000	1	288.000	12.063**
誤 差	191.000	8	23.875

図 5 採点合計に対する諸因子の影響

酸化されやすい化合物が大きく影響しているようである。

3.5 採点合計に対する諸因子の影響

採点合計に対する分散分析の結果は表9のとおりで、温度、水分、酸素および温度と水分の2因子間交互作用に危険率1%で、貯蔵期間に危険率5%で有意差が認められた。これら有意差の認められたものの関係を示すと図5のとおりである。

これによると、品質全体では水分の影響がいちばん大きく、ついで温度、酸素の順に影響が認められた。また、酸素の影響について補足すると、酸素1.3%のものは基準試料と比較して「わずかに悪い」程度ではほとんど変化していなかったが、5.2%以上のものは「少し悪い」程度まで変化していた。そして、酸素1.3%のものは5.2%以上のものとの間に有意差が認められ、酸素5.2%と9.4%間には差はなかったが、これらのものと21.0%との間には有意差が認められた。したがって、窒素ガス封入に当たってはできる限り酸素量を少なくしたほうがよ

いが、酸素量9%くらいのものも空気そのままのものよりは品質の変化が少なく、その効果を認めた。

つぎに、温度と水分の2因子間交互作用は、水分3.2%で5℃に貯蔵したものはほとんど変化がないようであったが、水分6.7%で25℃に貯蔵したものは「かなり」悪くなっていた。また、水分3.2%で25℃に貯蔵したものと、水分6.7%で5℃に貯蔵したものは「わずかに」または「少し」悪かったが、両者の間に有意な差はなかった。

3.6 アスコルビン酸含量に対する諸因子の影響

茶の変質の程度を示すインジケーターの一つとして茶葉中のアスコルビン酸含量があるので、これと貯蔵条件との関係を調べた。

アスコルビン酸に対する分散分析の結果は表10のとおりで、温度、水分、酸素、貯蔵期間および温度と酸素の2因子間交互作用に危険率1%で有意差が認められ、温度と水分および水分と酸素の2因子間交互作用ならびに温度と水分と酸素の3因子間交互作用に危険率5%で有

表 10 アスコルビン酸含量に関する分散分析表

要 因	平 方 和	自 由 度	分 散	分 散 比
ブ ロ ッ ク	2365,566	3	788,522	4.398
温 度	16069,763	1	16069,763	89.632**
水 分	18590,740	1	18590,740	103.693**
酸 素	32016,768	3	10672,256	59.526**
貯 蔵 期 間	2334,153	1	2334,153	13.019**
温 度 × 水 分	1724,313	1	1724,313	9.618*
温 度 × 酸 素	8581,478	3	2860,493	15.955**
水 分 × 酸 素	3285,791	3	1095,264	6.109*
温 度 × 水 分 × 酸 素	2244,198	2	1122,099	6.258*
誤 差	1434,290	8	179,286

図 6 アスコルビン酸含量に対する諸因子の影響

意差が認められた。これらの関係を示すと図6のとおりである。

これによると、アスコルビン酸含量の変化は、水色および味の変化によく一致していて、温度および水分の影響も大きい、酸素の影響もかなり大きく、酸素 1.3% のものはいばん減少が少なく、ついで酸素 5.2% と 9.4% であったが、これらの間には有意な差はなかった。しかし、空気そのままのものはその減少が著しかった。

また、酸素 1.3% のものは温度および水分が変わってもほとんど変化は認められなかったが、酸素 5.2% 以上のものになると、温度の上昇および水分の増加によりその減少が著しかった。

なお、温度と水分と酸素の 3 因子間交互作用も危険率 5% で有意差が認められたが、これは各要因の 2 因子間交互作用とほぼ同様に考えられるし、その解釈がややめんどうであったので、ここではその関係を検討しなかった。

以上の結果から、アスコルビン酸含量は官能検査の測定値と異なり、ブロックを除いた各要因、また、貯蔵期間を除いた各 2 因子間交互作用および 3 因子間交互作用に有意差が認められた。これは計量値と計数値との差によるのか、測定値の幅がアスコルビン酸含量のほうは大きく、官能検査はその幅が小さいためにこのような結果を示したのか、はっきりしないが興味ある問題である。

4 総 括

以上の結果から明らかなように、茶の変質に影響の大きいのは水分と温度とであり、酸素もまたかなり影響する。そして、これらの諸因子を制御すれば、茶の変質を完全に防ぐことができるが、経済的な問題もあるので、つぎに茶の流通経路を加味して、茶の変質防止法を考察してみる。

茶の流通経路は、各地各様に行なわれていて一定ではないが、最も単純化されたものでは荒茶工場→産地問屋→消費地小売店となる。荒茶は茶としての商品からすれば半製品で、これを産地問屋で貯蔵するとともに、火入れおよび精選仕上操作を行ない、水分 3～4% の仕上茶に加工し、さらに、包装して消費地小売店に販売する。したがって、ここでは荒茶と仕上茶に分けて考察してみる。

4.1 荒茶の変質防止

荒茶は製造時期が5月から8月までの夏期に集中されており、その上、水分約6%も含まれているので、常温に貯蔵すると著しく変質してしまう。変質を防止するには冷蔵が最も経済的で、温度 0～5℃ に貯蔵するのが経済的によいように考える。冷蔵庫内でも水分の多い茶は浸出液の色および香味などが悪変してくるから、吸湿しない

ように注意する。また、品質の非常に良い上級煎茶は 18 l 入カンなどを使用して窒素ガスを封入し、酸素含量 3% 以下にして冷蔵すると、かなり長期間品質を完全に保持できるものと考ええる。

4.2 仕上茶の変質防止

仕上茶は水分 3～4% に乾燥して包装することが必要で、この程度の水分にすれば吸湿しない限り品質の悪変は起こらない。しかし、これは包装容器の防湿性が完全である場合にのみいえることで、防湿性の悪いものでは茶が吸湿してかなり短期間に変質してしまう。したがって、プラスチックフィルムによる包装では防湿性のあるフィルムを使用する必要がある。

このように仕上茶では水分を中心とした包装を行ない、上級煎茶のように価額の高いものはさらに窒素ガス封入を行なうのもよいと考える。

5 摘 要

貯蔵温度、茶の水分、包装容器内の酸素含量などが茶の品質およびアスコルビン酸含量などにどのような影響を与えるかを明らかにするため、 L_{82} 直交表にこれらの因子をわりつけ、茶の貯蔵試験を行ない、その結果を統計的に解析し、次の結果を得た。

(1) 茶の表面色のかっ変には温度および水分の影響が大きく、この実験の範囲内では容器内の酸素量はほとんど影響が認められなかった。

(2) 香気の変化には温度および水分の影響が大きく、ついで酸素もかなり大きく影響していた。

(3) 水色および味の変化には、温度および水分の影響が大きい、酸素の影響も香気の場合よりは大きく現われた。

(4) アスコルビン酸含量の変化は水色および味の変化とよく一致し、温度および水分の影響が大きい、酸素の影響もかなり大きかった。

この研究を実施するに際し、直交表へのわりつけおよびとりまとめについて終始ご指導をいただいた農業技術研究所奥野忠一試験設計研究室長、官能検査についてご指導をいただいた食糧研究所吉川誠次分析部長、ならびに、計算については農業技術研究所奥野千恵子技官のプログラミングによって、農業研究計算センターの電子計算機で行なったことを報告し、深じんなる謝意を表す。

6 文 献

- 1) 古谷弘三, 原 利男, 久保田悦郎: 農産技研誌, 7, 210 (1960).
- 2) 上野健二, 原 利男, 久保田悦郎: 農産技研誌, 6, 215 (1959).

- 3) 奥野忠一, 塩見正衛: 農技研報告 A, 第12号, 23 (1965年3月).
 4) 田村太郎, 鈴木繁男: 農化, 29, 429 (1955).

Summary

The effects of storage temperature and moisture of tea were recognized to show the most significant effects on the qualities of tea during storage. Although significant on the

aroma, taste and the color of liquor the effect of the oxygen content in the head space of the can in which tea was stored was almost insignificant on the browning of tea so far this experiment concerned. The color of liquor and the taste of tea highly correlated with the content of ascorbic acid which was affected by the temperature and moisture content as well as oxygen content.

(Sept., 25, 1968)

発酵および加熱処理による茶葉クロロフィルの分解*

農林省茶業試験場 西 条 了 康

Degradation of Chlorophylls in Tea Leaves by Fermentation and Heating

By Ryoyasu SAIJÔ

1 緒 言

食品の加工中に起こるクロロフィルの分解様式は図1に示したとおりである。

茶のクロロフィルに関しては, クロロフィル a, b の分離定量法¹⁾, 緑茶の製造中および貯蔵中の変化²⁾, 緑茶の色沢との関連性³⁾, 紅茶の黒さとの関係⁴⁾, 等について研究されているが, クロロフィルからの分解生成物に関してはまだ不明確な点が多い。

この報告は紅茶および緑茶製造上の基本的操作である, 発酵や加熱によるクロロフィルの分解産物と, それらの生成経路について考察したものである。

2 実験方法

2.1 クロロフィル系色素の抽出と分離

クロロフィルの含量は葉位による変動が大きいので, 試料として使用した茶葉はすべて葉位をそろえた。抽出には茶葉 2 g を乳鉢でアセトン (10 ml × 5 回), 石英砂とともに摩砕し, 傾斜法でろ過をくり返して緑色色素を完全に洗い込み, 正確に 50 ml の定容とした。アセトン抽出液は 1 ml をろ紙 (東洋ろ紙 No. 131) の中央にスポットし, 石油エーテル (b.p. 30~60°C)-アセトン⁵⁾-n-プロピルアルコール (90:10:0.45, V/V/V) で円型クロマトグラフィーとして暗所で展開した (展開距離, 約 9 cm)。本実験の色素類の分離にはベンゼン-四塩化炭素-エーテル (10:10:1, V/V/V) の展開剤よりも上記展開剤のほうが分離が良好であったので使用した。

2.2 可視部吸収スペクトルの測定

円型クロマトグラフィーの実施後各色素は切り取って, 10 ml の目盛り共栓つき試験管に入れて, 5 ml のエーテルで 1 時間静置して抽出した。可視部の吸収スペクトルの測定には 1 cm のセルを用い, ベックマン-DB 型自記分光光度計により行なった。

図 1 クロロフィルの分解様式

* 茶業技術研究 No. 40, 66~68 (1970) より転載