

技術・家庭科における教材開発(1) : コーヒーの焙煎法と味覚について

著者	広瀬 幸雄, 岸 陽一, 宮倉 禎典, 村田 昭治
雑誌名	教科教育研究 金沢大学教育学部
巻	31
ページ	61-66
発行年	1995-08-22
URL	http://hdl.handle.net/2297/23374

技術・家庭科における教材開発(1)

——コーヒーの焙煎法と味覚について——

広瀬幸雄・岸 陽一・宮倉禎典・村田昭治

A Study on Development of Teaching Materials in Industrial Arts and Home making (1)

— A method of Coffee Beans Roasting and Tasting —

Yukio HIROSE, Yoichi KISHI, Yoshinori MIYAKURA and Shoji MURATA

I 緒言

平成5年度より、現行中学校学習指導要領が施行され、技術・家庭科においては情報基礎領域および家庭生活領域の新設を始め、大幅な改訂がなされた。この改訂により、木材加工、電気を始め、複数の領域に分けられていた内容が1つに統合され、該当領域の履修を短時間で行うことを余儀なくされることとなった。

そのため、生徒が領域の内容を十分に学習できないことも懸念される。このような現状をふまえ、短時間で、より効果的な学習ができるような教材の開発が待望される所である。

そこで、本研究では、技術・家庭科の複数領域にまたがる複合教材を開発し、その有用性を検討することにした。本稿では生徒の創造的かつ実証的な思考力の向上と、科学技術の発展に対応できる適応能力の育成を目指した教材の提案を行う。

具体的には、嗜好品として日本に定着した感のあるコーヒーを題材に取り上げ、前述の目的に合致するか否かについて検討を加えた。授業では、生徒が自らコーヒー焙煎機を製作し、それを使って焙煎の実習を行うことを想定している。

II コーヒー焙煎機の試作

II. 1 市販コーヒー焙煎機の調査

今回試作した焙煎機は、中学校技術・家庭科の教材として使用することが前提であるから、可能な限り単純な構造で、かつ、安全にコー

ヒーの焙煎が行えなければならない。これらの条件をふまえ、まずコーヒー焙煎の工程を簡単に述べるとともに、市販のコーヒー焙煎機の構造と特徴を示した。

Fig.1に一般的に行われるコーヒー焙煎の作業工程を示す。各工程はそれぞれできあがったコーヒーの品質に関わる重要な因子が含まれている。これらのうち、不良豆および不良焙煎豆の除去以外の工程は、焙煎機の性能に大きく左右される。

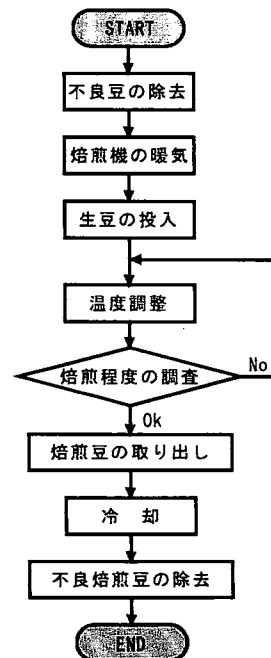


Fig.1 一般的なコーヒー焙煎の工程

豆の焙煎工程と具体的な焙煎作業、そして焙煎機に求められる性能をTable 1に示した。試作した焙煎機は、教材として利用するものではあるが、Table 1に示した性能を満足していなければならない。また、使用する際の安全にも十分配慮した構造であることが求められる。

市販の焙煎機の構造は、(1)直火式、(2)熱風式、(3)半熱風式に大別される。Fig.2に、直火式と熱風式の焙煎機の構造を模式的に示す。

Table 1 焙煎作業の工程と焙煎機に求められる性能

焙煎工程	具体的な作業	焙煎機に要求される性能
点火	熱を与える	適切な熱源の選択
焙煎機の暖気	焙煎機内部を暖める 焙煎機内部の湿気を除去する	焙煎機内部の保温性能 焙煎機の排気能力
生豆の投入	生豆を投入する	投入口の寸法形状と位置
焙煎	熱量を調節しながら焙煎する	焙煎できる豆の量 熱量調整能力 内部の換気能力
取り出し	焙煎豆を素早く取り出す 豆を冷却する	取り出し口の寸法形状と位置

直火式は、熱源を直接豆に当てて焙煎する方法である。この方法は小型焙煎機によく用いられているが、燃料の匂いが豆に付着しやすいのが難点である。熱風式は、熱源で温度調節された熱風を利用して焙煎する方法で、比較的短時間に焙煎できる。また、半熱風式はこれら2つの方法を組み合わせたものである。

II. 2 コーヒー焙煎機の設計と試作

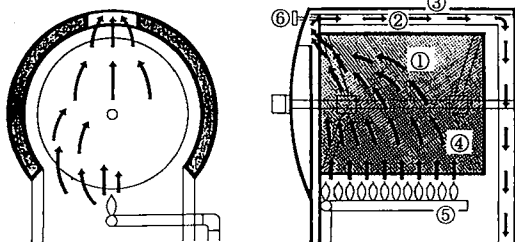
前項で述べたことを勘案し、試作する焙煎機の基本仕様をTable 2のように決定した。この試作機は、少量の焙煎に適した市販品の直火式焙煎機を参考に設計した。また、製作の各工程で必要とする技能、あるいは知識が、技術・家庭科の学習内容に合致するよう配慮した。

焙煎機の容量(1回の作業で焙煎できる生豆の量)は200gとし、熱

源には遠赤外線ヒーター(150W×5)とニクロム線ヒーター(380W+300W×2)の2種を用い、

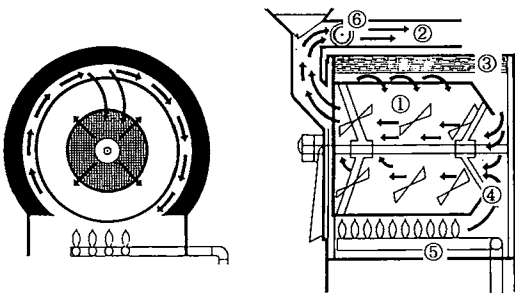
Table 2 試作焙煎機の基本仕様

項目	内容
一回の焙煎量	200g
熱源と制御	遠赤外線ヒーターとニクロムヒーターを市販の可変抵抗器で制御する
温度測定	クロメル-アルメル熱電対(タイプK)を用いて排気温度を測定する
内部シリンダーの保温	市販の断熱材により保温する
内部シリンダーの回転	市販の交流モーターと内部シリンダーを減速機を介して接続する 投入した豆を攪拌するための攪拌翼をとりつける
空気の吸・排気	焙煎時に発生する煙の排出と新鮮な空気が導入できるようにする
投入口と取り出し口	豆の投入と取り出しが容易にできるようにする



①ドラム ②排気筒 ③石綿
④ドラム金網 ⑤バーナー ⑥温度計

(a) 直火式コーヒー焙煎機



①ドラム ②排気筒 ③石綿
④ドラム金網 ⑤バーナー ⑥温度計

(b) 熱風式コーヒー焙煎機

Fig.2 市販焙煎機の構造模式図

市販の変圧抵抗器により発熱量を制御することにした。さらに、内部温度を監視できるようにクロメル-アルメル熱電対(タイプK)を取り付けた。なお、熱源の周辺は、実験の内容に応じて部品の交換や組み合わせの変更が容易にできるように単純な構造とした。

試作した焙煎機の模式図と外観写真をFig.3に、部品一覧をTable 3に示した。外板には板厚1.5mmのアルミニウム合金を、高温になる部分、例えばシリンダー等にはオーステナイト系ステンレス鋼を、それ以外には軟鋼を用いた。また、各部品はボルト・ナットで接続し、内部の点検、整備、分解、改造等が容易に行えるよう配慮した。

焙煎機の製作後、昇温テスト、安全性の確認、テスト焙煎等を実施したところ、コーヒー焙煎機としての基本性能を十分満たしていることが

確認できた。これら予備実験で用いた生豆と、テスト焙煎後の豆の例をFig.4に示す。

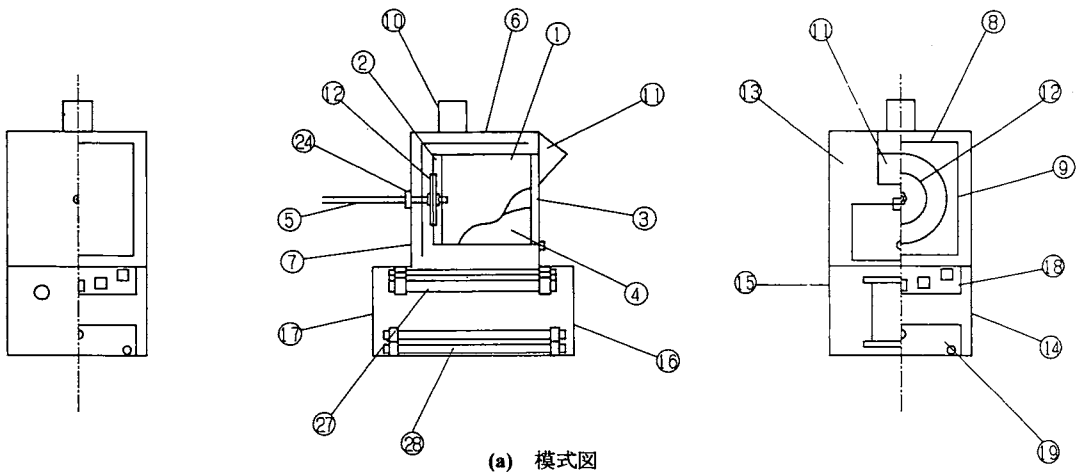
さらに焙煎時の熱量、吸・排気量等を適宜調整することにより、任意の焙煎加減のコーヒーが容易に製造できることがわかった。なお、この焙煎機の製作工程、製作費用、安全性、焙煎能力等の詳細については、別報で報告する。

Ⅲ 焙煎条件とコーヒー抽出液の酸味の関係

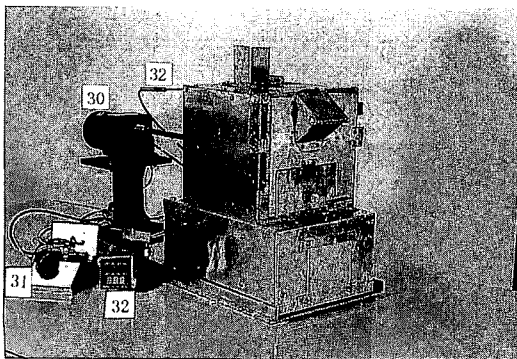
Ⅲ. 1 はじめに

今回試作した焙煎機には、遠赤外線ヒーターとニクロム線ヒーターの2種を取り付けてあり、それぞれ一方を使用するだけでもコーヒー豆の焙煎が可能である。

2種のヒーターから主として発生する(熱に関連する)電磁波の波長は、遠赤外線ヒーターの場合 $3.0\sim 100\mu\text{m}$ 程度、ニクロム線ヒ-



(a) 模式図



(b) 外観写真

Fig.3 試作焙煎機の外観

ターは $1.4\sim 3.0\mu\text{m}$ なので、ヒーターの種類によって豆内部への熱の伝ばの仕方は当然異なっている。

このため、焙煎が完了したコーヒー豆の外観、特に色が同様であっても、内部の状態(焙煎の程度、焙煎によって生じる化学物質の割合等)は違っているのである。このことは、抽出したコーヒー液の成分や味に違いが現れることでも確認できる。

Table 3 試作焙煎機部品リスト

番号と名称	材料及び仕様	数量
1 内部ドラム側面	SUS304製金網	1
2 内部ドラム底蓋	SS410, 0.5mm厚, 空き缶利用	1
3 補強リング	SS410, 0.5mm厚, 空き缶利用	1
4 攪拌翼	SUS304製金網	3
5 ドラム回転軸	S25C, φ20丸棒	1
6 上部外側板a	Al合金, 1.5mm厚	1
7 上部外側板b	Al合金, 1.5mm厚	1
8 上部内側板a	Al合金, 1.5mm厚	1
9 上部内側板b	Al合金, 1.5mm厚	2
10 煙突	Al合金, 1.5mm厚	1
11 投入口	Al合金, 1.5mm厚	1
12 ドラム補強板	SS410, 3mm厚	2
13 上部正面板	Al合金, 1.5mm厚	1
14 下部側面板a	Al合金, 1.5mm厚	1
15 下部側面板b	Al合金, 1.5mm厚	1
16 下部正面板	Al合金, 1.5mm厚	1
17 下部背面板	Al合金, 1.5mm厚	1
18 遠赤外線ヒーター取り付け金具	Al合金, 1.5mm厚	2
19 ニクロム線ヒーター取り付け金具	Al合金, 1.5mm厚	2
20 接続金具a	Al合金, 1.5mm厚	1
21 接続金具b	Al合金, 1.5mm厚	1
22 接続金具c	Al合金, 1.5mm厚	1
23 接続金具d	Al合金, 1.5mm厚	4
24 接続金具e	Al合金, 1.5mm厚	4
25 接続金具f	Al合金, 1.5mm厚	1
26 モーター接続金具	S25C, φ15	1
27 遠赤外線ヒーター	長さ200mm, φ15, AC100V, 150W	5
28 ニクロム線ヒーター	長さ254mm, φ12 AC50V, 300W AC100V, 380W	2 1
29 回転軸受け	開放型小型玉軸受け, NSK628	1
30 モーター	汎用動力用モーター 歯車減速機付き	1
31 温度調節器	AC100V, 16A	1
32 温度センサー	クロメル-アルメル熱電対 (タイプK), 温度表示機付き	1
33 断熱シート	セラミックス繊維製 最高使用温度1260℃	1

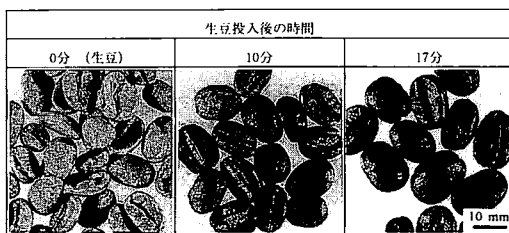


Fig.4 実験に用いた生豆とテスト焙煎後のコーヒー豆の外観写真

さて、焙煎程度の異なるコーヒー豆より抽出された液の味、具体的には酸味、苦味、渋味、甘味のバランスに違いが生じることはよく知られている。これは、それぞれの味を決定する化学成分の割合がコーヒー豆の焙煎状態に依存しているために生じる。

液の味覚要素と化学成分との関係は明確に示されていない上、化学成分を定量分析するのは容易ではないが、舌で比較的容易に判断できる酸味については、含有している化学成分の同定はできないものの、液のpH値を測定することでその強弱を評価することができる。

なぜなら、コーヒーの抽出液の酸味は、液中のクロロゲン酸、コーヒー酸、クエン酸等の総量で決定されるからである。この因子は、酸が水に溶けて解離した結果生じる水素イオン濃度(pH値)の測定により、定量的に表せる。

そこで、本章では、前述の焙煎機を用い、条件を変えて焙煎したコーヒー豆より抽出した液のpH値を測定し、熱源と豆の焙煎程度の関係について調査し、考察を加えた。

Ⅲ. 2 実験方法

実験に用いたコーヒー豆、焙煎時の熱源、および焙煎程度をFig.5に示す。用いた生豆はコロンビア Excelso (1991年度産)である。熱源は遠赤外線ヒーター単独、およびニクロム線ヒーター単独の2種、焙煎程度は浅煎り、中煎り、深煎りの3段階を設定したので、用意したサンプルは合計6種となった。

コーヒー豆の焙煎程度は豆の外観色で判断し

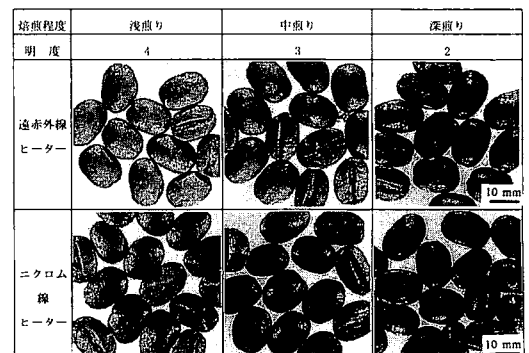


Fig.5 焙煎条件と焙煎後のコーヒー豆の外観写真

たが、判断基準に客観性を持たせ、さらに実験の再現性を高めるために、外観色はマンセル表色系で、明度4を浅煎り、明度3を中煎り、明度2を深煎りとした。

また、焙煎時の条件、例えば焙煎機内部の温度、生豆の投入時期、排気量等はあらかじめ実施したテスト焙煎で決定しておき、熱源と焙煎程度以外の因子が豆に影響を与えないようにした。

前述の方法で焙煎した豆は、それぞれ市販の手動ミルで中細挽きにした。このコーヒー粉3gをピーカーに入れ、40℃の水を50cc注いで30秒攪拌後、5分間放置しロートで濾過した抽出液のpH値を測定した。

Ⅲ. 3 結果および考察

pH値を測定し、抽出液の酸味を科学的な手法により定量評価する前に、カップテスト(試飲)によって酸味を評価した。その結果、熱源の違いを明確に判別することは困難であったが、焙煎程度が浅いものほど強い酸味が感じられた。

焙煎程度と抽出液の酸味の関係は、一般的に焙煎程度が浅いものほど酸味が強いといわれており、本実験の結果とも合致している。

各抽出液のpH値測定結果をFig.6に示す。まず、熱源の影響に注目すると、焙煎程度が同じ場合、遠赤外線ヒーターで焙煎した豆の抽出液のpH値はニクロム線ヒーターによるそれより

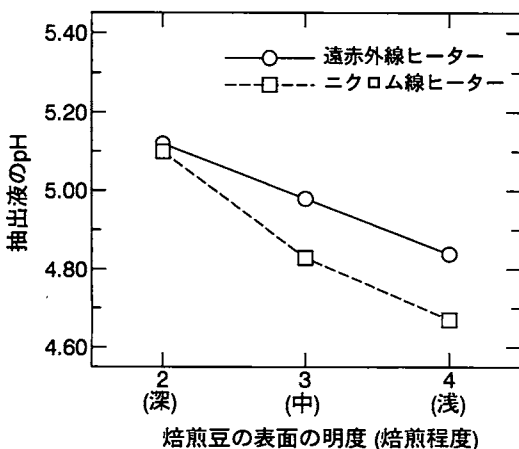


Fig.6 各熱源で焙煎した焙煎豆の表面の明度と抽出液pHの関係

も大きくなった。また、各ヒーターとも焙煎程度が深くなるにつれ、pH値は大きくなっている。

抽出液に含まれている化学成分のうち、酸味を決定するのは前述したようにクロロゲン酸やコーヒー酸等の有機系の酸である。今回の実験のように熱源と焙煎程度による抽出液のpH値の異なりは、焙煎時に生成される化学成分のうち酸として抽出時に存在する成分の総量の違いを示している。つまり、抽出液の酸味は、焙煎時の熱源と豆の焙煎程度に影響を受けていることが科学的に確認できた。

Ⅳ 教材としての有用性

本稿では、中学校技術・家庭科で活用することを前提としたコーヒー焙煎機を試作し、それを用いて種々の条件での焙煎と抽出液の酸味を評価した。次に、これらを授業で用いる際の有用性について検討を加える。

まず、焙煎機に注目すると、製作に用いた材料や部品、求められる加工技術や知識は、電気領域、および金属加工領域で十分扱える内容である。さらに、焙煎機には軸受けや内部ドラム回転用モーター等の機械要素が含まれているので、機械領域の内容にも触れられる。つまり、この焙煎機の製作によって3領域に関する学習ができることになる。

ただし、加工工程が多いので、4~5人程度の生徒を1グループとして製作を行うのが適切であろう。

次に焙煎と抽出、そして抽出液の評価等の実習は食物領域で扱える。コーヒーは現代日本においては嗜好品としての地位を確立しており、日常生活での嗜好品の役割やその科学的な評価方法を効果的に学ぶ教材として有効に活用できるであろう。

最後に、収集したデータの整理にパソコンで動作するアプリケーションソフトを活用するならば、情報基礎領域の教材ともなる。データや、それから導き出した結果を、コンピュータ教室に設置した電話回線を介してパソコン通信ネットに登録するなどして、他の学校の生徒や様々

な立場の人と討論を交えたり、話題提供を行うなどの授業も考えられる。今回は市販の生豆を利用したが、コーヒーノキは比較的簡単に入手できるので生豆の採取から飲用までの全工程を、生徒に体験させることも検討の価値がある。

V 結言

コーヒーを教材とし、焙煎機の製作や抽出液の分析などを取り扱った場合、多くの領域にまたがった授業展開が可能となる。さらに、身近な嗜好品であるコーヒーを題材にすることで、生徒の学習への興味関心を引きやすく、自分たちの日常生活を見直す良い契機ともなる。

本稿では、独自に設計したコーヒー焙煎機の試作を行った上、教材としての活用について検討を加えた。本研究により、この題材には、様々な学習要素が含まれており、授業者の創意工夫によって大変有用な教材となり得るとの確信を持った。

また、3年生の選択技術・家庭科で扱うにも適した教材だともいえる。

今後は、試作した焙煎機の構造や性能等を再吟味して改良を加えるなどしながら、作業内容や加工手順の分析を進め、中学校で導入しやすいように授業計画および学習指導案の作成や、技術的情報の提供、生徒用および教師用製作マニュアルの編集などを行う計画である。