



## 菌が作るお茶の科学

折居 千賀

「後発酵茶」というものがある。茶葉を微生物によって発酵させたもので、緑茶（不発酵茶）や、紅茶あるいはウーロン茶（茶葉の持つ酵素による発酵茶で、前発酵茶もしくは半発酵茶と称される）とは異なり、微生物発酵茶とも呼ばれる。後発酵茶の代表としてはプーアル茶（中国）のほか、「食べるお茶」、「茶の漬物」と称される竹筒酸茶（中国）やラペ・ソー（ミャンマー）、ミャン（タイ、ラオス）がある。一方、日本の後発酵茶は飲むお茶として伝わり、現在では富山黒茶（富山）、碁石茶（高知）、石槌黒茶（愛媛）、阿波番茶（徳島）が挙げられる<sup>1)</sup>。日本の後発酵茶は後継者不足により衰退の一途を辿っていたが、近年、後発酵茶による血糖値抑制作用、肝機能の向上など機能性食品としての一面が注目されている。しかし、後発酵茶の機能性に関する研究はまだ始まったばかりである。

日本に伝わる後発酵茶の製法として、カビ付けによる好気発酵（富山黒茶）、バクテリアによる嫌気発酵（阿波番茶）、カビ付け好気発酵および嫌気発酵を組み合わせたもの（碁石茶、石槌黒茶）がある。発酵によって生じる色や香りのほか、嫌気発酵の場合には酸味も加わって、独特の風味を醸し出す。発酵に関与する微生物に関しては、お茶によって優位となる菌が異なることは非常に興味深い<sup>2)</sup>。阿波番茶にはカビ付けによる好気発酵過程がなく、茶の煮汁を用いた漬け込みによる嫌気発酵を行うため、発酵の主役は *Lactobacillus* 属の乳酸菌である。一方、好気のカビ付けと嫌気発酵を行う碁石茶ではカビ類（糸状菌； *Aspergillus* 属、 *Penicillium* 属、 *Mucor* 属）と乳酸菌（ *Lactobacillus* 属）が発酵の主役となる。糸状菌は生育の際、茶葉組織を傷つけることで栄養豊富な内容を外に流出させ、菌の繁殖を促進する役割を担うと考えられている。カビ付けによる発酵を行わない阿波番茶では揉捻（茶葉を揉みこむ作業）によって、人為的に組織の破壊を行う。石槌黒茶はカビ付け後の茶葉を揉捻する点で碁石茶と異なる。これらの発酵過程においては腐敗が常に懸念されるが、茶葉や茶汁に含まれたカテキンおよびタンニンが発酵あるいは腐敗をもたらす微生物を選別する効果があると考えられ、一見無造作に見える製造過程の中にも経験則による合理性と歴史がうかがえる。

では、このようにして作られる後発酵茶はどのような機能性成分を含んでいるのだろうか？ 緑茶であればカテキンやエピガロカテキン、没食子酸、紅茶であればテアフラビンやポリフェノール類あるいはその重合体の機能が明らかにされつつある。一方、後発酵茶では、原料

として新葉や芯芽だけではなく、成長した古葉も用い、さらにはカビ付けや乳酸発酵といった微生物による発酵を行うことから、緑茶や紅茶とは味や香り、成分が大きく異なっている<sup>3)</sup>。たとえば、嫌気発酵が関与する発酵茶において呈味性の代表となる酸味は、乳酸やシュウ酸といった有機酸の生成によるものである。また、後発酵茶では微生物発酵によって茶葉に含まれるカテキン類が分解され、発酵が進むにつれてカテキン類の含有量が低くなる。さらに、各後発酵茶においては、茶汁由来、あるいは発酵生成物と考えられるアミノ酸類や GABA（ $\gamma$ -アミノ酪酸）の生成のほか、カテキン類とは異なる未知の成分もまた認められる。

このように、後発酵茶の成分には依然として不明な点も多いが、碁石茶では高脂血症や動脈硬化の抑制効果などが動物実験によって検討されている<sup>4)</sup>。茶葉自体の抗酸化活性は、碁石茶は緑茶とほぼ同等であったが、高コレステロール負荷家兎への投与実験では、碁石茶投与群において LDL コレステロール（悪玉コレステロール）が減少した。また、脂質が酸化されて生じる過酸化脂質量は、水道水および緑茶投与群と比較して、碁石茶投与群は有意に低値を示した。血清中の抗酸化活性と過酸化脂質量に関しては有意な差が見られなかったことから、碁石茶の持つ効能は生体内の抗酸化酵素活性の賦活ではなく、ラジカル消去作用であることが考察されている。一方、黒麹菌や乳酸菌を用いて茶葉を発酵することで、赤血球変形能低下防止能や抗酸化活性が向上し、また、 $\alpha$ -グルコシダーゼおよびリパーゼ阻害活性を有する高機能成分の生成により、血糖値および脂肪吸収抑制効果も見いだされている。

後発酵茶の成分は緑茶とは大きく異なっており、後発酵茶や後発酵茶中の発酵生成物が、上述のように緑茶や緑茶に含まれる一般的なカテキン類と同等あるいはそれらを上回る効果を示す点は大変興味深い。しかし、後発酵茶中の成分の多くが明らかにされておらず、より詳しい解析を期待したい。また、後発酵茶および後発酵茶中の生成物は、健康食品素材として今後大いに期待される。日常で愛飲されているお茶もまた発酵の歴史と不思議の結晶であると言えるだろう。

- 1) 宮川ら：日本の後発酵茶，さんえい出版（1994）。
- 2) 岡田ら：日本食品科学工学会誌，**43**，1019（1996）。
- 3) 加藤：緑茶通信，**9**，35（2004）。
- 4) 宮村ら：薬学雑誌，**128**，1037（2008）。