

コラム

地下水を利用した大豆加工品の製造

本コラムでは、大豆加工品に焦点をあてて、地質調査業と水質分析との係わりについて紹介します。大豆加工品は発酵の有無で大別されて、味噌、醤油、納豆などは「発酵あり」、一方、豆腐、煮豆、きな粉などは「発酵なし」に分類されます。

1. はじめに

食品がおいしいかどうかは、原料の善し悪し、作り方によることはいうまでもありませんが、食品製造の過程で使用する水も大きな役割を果たします。つまり、水がまずければ美味しい食品はできない、というわけです。

では、どういう水ならば、おいしい食品が作れるのでしょうか。食品の種類にもよりますが、一般に原料水に地下水を使用したものが美味しいといわれています。これは、地下水の水温が1年を通して変化が少ないこと、水道水と比較して地下水がミネラル分を多く含んでいることが所以だそうです。

ここで、「名水」とは、特に良好な水質と水量を保ち続けて古くから土地の財産となってきた湧水・地下水・河川などをいいます。昭和60年3月に環境庁（現・環境省）が選定した「名水百選」（昭和の名水百選）の選定条件は、「保全状況が良好」、かつ「地域住民等による保全活動がある」です。関東からは11箇所、このうち東京都からは、「お鷹の道・真姿の池湧水群（国分寺市）」と「御岳渓谷（青梅市）」の2箇所が選定されました。

平成30年度に東京都が行った調査[※]では、東京都内に608地点（区部201地点、市町村407地点）の湧水が確認された一方で、都市化の影響などから、湧水の消失や枯渇、湧水量の減少が社会問題となっています。

※：出典「東京都 自然環境部 水環境課 HP」

https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/water/conservation/spring_water/spring_water.html

加えて、保健所の規制などにより、湧水や地下水に代わって食品製造に水道水（浄水器等で塩素分を取り除くなどの処理が必要）を利用する企業が増加しているのが現状です。それでも、酒造業や氷屋、魚屋など良質な水を多量に必要とする産業・企業では、地下深くに井戸を掘り、地下水を汲み上げて食品製造に利用する例も少なくありません。

2. 食品関係営業許可申請の水質検査

食品に関する営業といっても色々な種類があります。下表に示す業種については、食品衛生法または東京都食品製造業等取締条例で定められている営業許可が必要となります。

■ 営業許可が必要な食品に関する業種の種類

分類	法許可業種
調理業	飲食店営業、喫茶店営業
製造業	菓子製造業、あん類製造業、アイスクリーム類製造業、乳製品製造業、食肉製品製造業、魚肉ねり製品製造業、清涼飲料水製造業、乳酸菌飲料製造業、冰雪製造業、食用油脂製造業、マーガリン又はショートニング製造業、みそ製造業、醤油製造業、ソース類製造業、酒類製造業、豆腐製造業、納豆製造業、めん類製造業、そうざい製造業、かん詰又はびん詰食品製造業、添加物製造業
処理業	乳処理業、特別牛乳さく取処理業、集乳業、食肉処理業、食品の冷凍又は冷蔵業、食品の放射線照射業
販売業	乳類販売業、食肉販売業、魚介類販売業、魚介類せり売営業、冰雪販売業

食品関連施設が、水道水以外の水（井戸水、貯水槽の水）を原料用水・製品処理水・洗浄用水・冷却用水などに使用する場合には、特定の機関^{※1}が行う水質検査^{※2}をする必要があります。

※1：水道法に定められた検査機関として厚生労働大臣の登録を受けた機関

※2：「食品，添加物等の規格基準（昭和 34 年厚生省告示第 370 号）」に定められている 26 項目の水質検査（次頁参照）

■ 食品製造用水の水質検査（26 項目）

No	検査項目	基準値	No	検査項目	基準値
1	一般細菌	100 以下 (CFU/mL)	14	銅	1.0mg/L 以下
2	大腸菌群	検出されないこと	15	マンガン	0.3mg/L 以下
3	カドミウム	0.01mg/L 以下	16	塩素イオン	200mg/L 以下
4	水銀	0.0005mg/L 以下	17	カルシウム, マグネシウム 等(硬度)	300mg/L 以下
5	鉛	0.1mg/L 以下	18	蒸発残留物	500mg/L 以下
6	ヒ素	0.05mg/L 以下	19	陰イオン界面 活性剤	0.5mg/L 以下
7	六価クロム	0.05mg/L 以下	20	フェノール類	0.005mg/L 以下
8	シアン(シア ンイオン及び 塩化シアン)	0.01mg/L 以下	21	有機物等(過マ ンガン酸カリ ウム消費量)	10mg/L 以下
9	硝酸性窒素及 び亜硝酸性窒 素	10mg/L 以下	22	pH 値	5.8 以上 8.6 以下
10	フッ素	0.8mg/L 以下	23	味	異常でないこと
11	有機リン	0.1mg/L 以下	24	臭気	異常でないこと
12	亜鉛	1.0mg/L 以下	25	色度	5 度以下
13	鉄	0.3mg/L 以下	26	濁度	2 度以下

3. 大豆加工品「味噌」の製造

「発酵あり」の大豆加工品の一つ「味噌」を製造されている萩屋三郎右衛門株式会社（練馬区中村 2-29-8）さんをご紹介します。

7代目当主の辻田雅寛氏に話を伺いました。創業は明治中頃で、「手づくり昔みそ」の愛称で親しまれている家族ぐるみの会社です。創業時は茨城県に味噌蔵を構えましたが、大正12年に上野、そして昭和14年（1939年）に現在の地に移ったそうです。社名にある「三郎右衛門」は、江戸時代、茨城県稲敷郡江戸崎町上君山で名主を務めていたときの屋号だそうです。

味噌を製造する会社は都内にいくつかありますが、麹から一貫して味噌を製造する会社は東京都内唯一。総勢6名（社員4名、助っ人2名）。店舗兼味噌蔵（木造建て）は360坪ほどの大きさです。味噌蔵、都内スーパー、オンラインショップなどで販売されています。

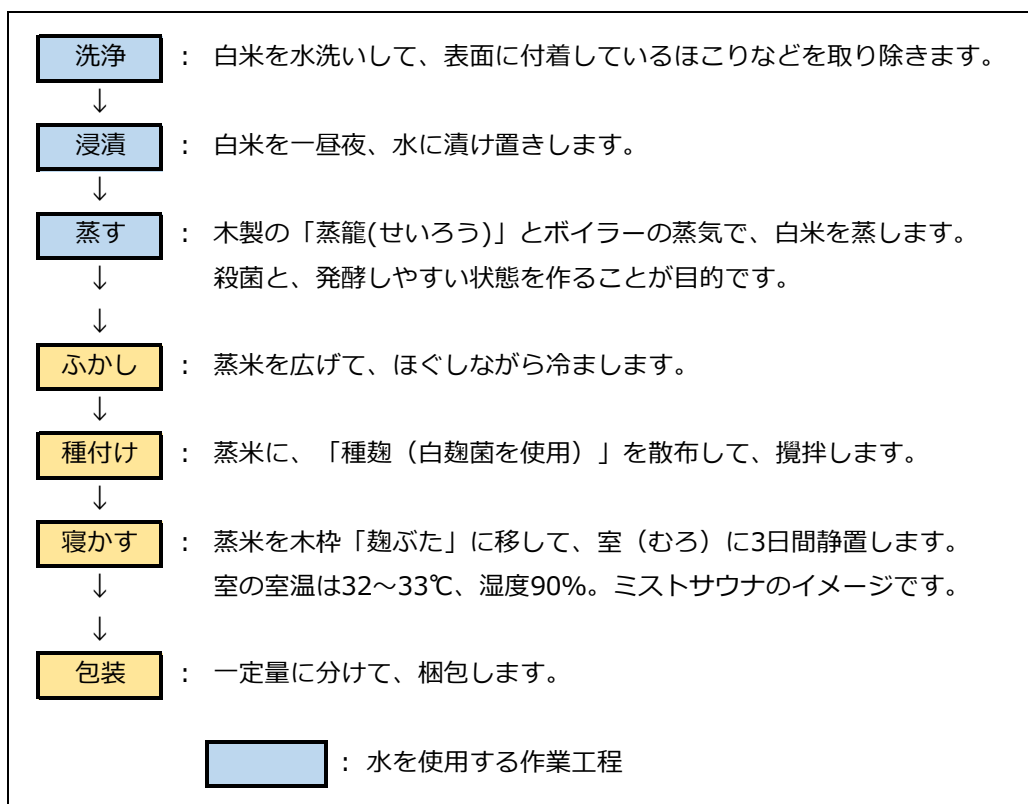


■ 萩屋三郎右衛門株式会社さんの味噌蔵（全景）と看板

はじめに、次頁の作業工程で白米麹を作ります。蒸した白米を人肌まで冷やした後、種麹（「白麹菌」を使用）を散布・攪拌します。「麹ぶた」という木枠に移して、室温と湿度を管理した部屋「室（むろ）」で3日間寝かします。次頁の写真

のように、室の入口は腰を曲げて入る高さです。3日間寝かすため、できた麴を「三日麴」と呼びます。

ここで、麴とは米、麦、大豆などの穀物に麴菌というカビ（麴カビ）を繁殖させたもので、麴を発酵食材に加えることで、カビなどの既に生成した酵素を食品の発酵に用います。なお、麴カビには黄麴菌、白麴菌、黒麴菌、紅麴菌、経節菌の5種があります。

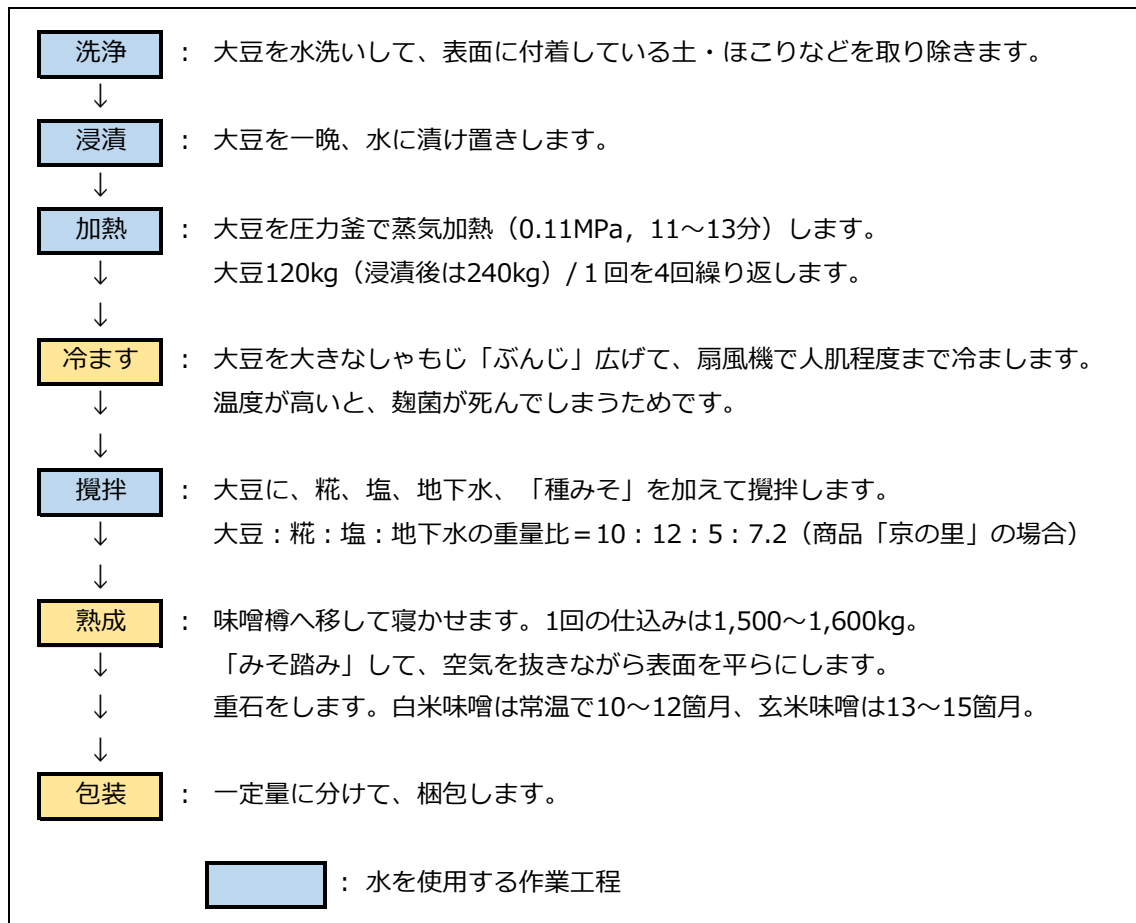


■ 白米麴作りの作業工程



■ 室（左／中）と麴ぶた（右）

次は、味噌の仕込みです。大豆を水洗いして、一晩水に漬けます。水を吸った大豆は、約 2 倍の重さになります。大豆を圧力釜に入れて、11～13 分ボイラーで蒸気加熱します。このときのボイラーの圧力は大気圧（≒1MPa）より若干大きい圧力 0.11MPa です。



■ 味噌作りの作業工程

大きなしゃもじ「ぶんじ」で加熱した大豆を広げて、扇風機の風に当てて大豆を人肌程度まで冷めます。その後、一定の重量比に小分けした大豆、白米麹、塩、地下水を混ぜて攪拌します。発酵・熟成を促すための「種みそ」を加えて、攪拌と「天地返し」を繰り返します。

仕込みを終えた味噌「仕込み味噌」を、人力で木樽に移します。1 回の仕込みの重量は 1,500～1,600kg になるそうです。「味噌踏み」して、空気を抜きながら表面を平らにした後、重石をします。白米味噌は常温で 10～12 箇月、繊維質が残る玄米味噌は 13～15 箇月熟成させるそうです。

白米と大豆を蒸す，大豆などを攪拌する工程以外は，全て人力作業です。まさに，「手づくり味噌」なのです。



■味噌の仕込み／大豆を冷ます（左），攪拌（右）



■味噌の熟成／仕込み味噌の投入（左）熟成状況（右）

次頁の図のように，糀屋三郎右衛門株式会社さんは，淀橋台，朝霞台，豊島台，中野台など 10 個の台地からなる武蔵野台地に位置します。淀橋台などは，石

神井川、神田川などの中小河川に開析されて、周囲を急斜面や崖に囲まれています。武蔵野台地は面の形成年代が異なる地名面に細分されますが、工場は武蔵野面（豊島台）に位置します。

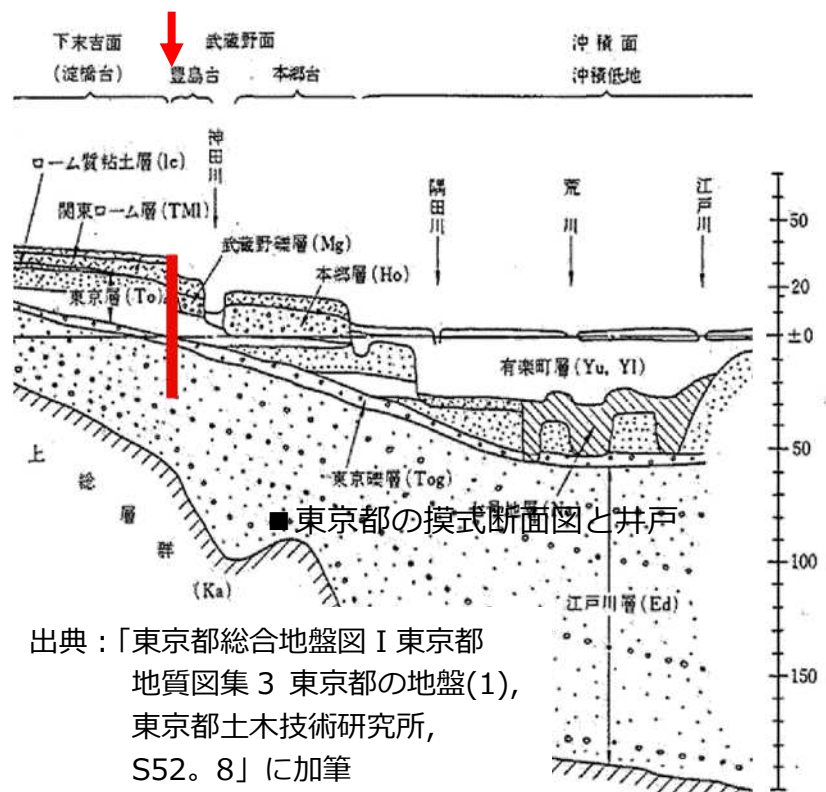
花屋三郎右衛門株式会社さんでは、工場敷地内に深さ約 60～70m の深浅井戸を掘って、地下水を利用しているそうです。

下図の赤矢印は井戸の位置を、赤線は井戸の深さを示します。図のように、江戸川層から豊富な地下水を汲み上げているものと思われる。汲み上げた水を一旦、タンクに溜めて使用しています。工場内にある蛇口から採取した水（採水日 2022.9.15）は、水温 18.0℃、pH6.63、電気伝導度 0.238mS/cm でした。



出典「5 万分の 1 土地分類基本調査（東京西北部）」に加筆

■武蔵野台地と開析谷



■東京都の模式断面図と井戸

出典：「東京都総合地盤図 I 東京都地質図集 3 東京都の地盤(1), 東京都土木技術研究所, S52. 8」に加筆

4. 大豆加工品「豆腐」の製造

「発酵なし」の大豆加工品の一つ「豆腐」を製造されている有限会社 峰尾豆腐店（八王子市裏高尾町 1083）さんをご紹介します。

3代目社長の峰尾勝氏に話を伺いました。創業は昭和33年頃、「するさしの豆腐」の愛称で親しまれている家族ぐるみの会社です。社員は8名。店舗兼工場は35坪ほどの大きさです。八王子市内の病院、学校、スーパーなどに納めている豆腐などは、登山者にも人気だそうです。

愛称にある「するさし」は、工場がある地区（旧南多摩郡浅川町）の地名です。今日では「摺指」と書きますが、古くは「摺差」だったようで、古い文献や豆腐店の直ぐ近くのバス停には「摺差」と記載されています。



■ 峰尾豆腐店（全景）



■ 「摺差」バス停

次頁に示す作業工程のように、豆腐作りには水は欠かせません。大豆を水に漬け、注水しながら碎き、蒸し、おからと分けた後、水を加えて煮詰めたものが豆

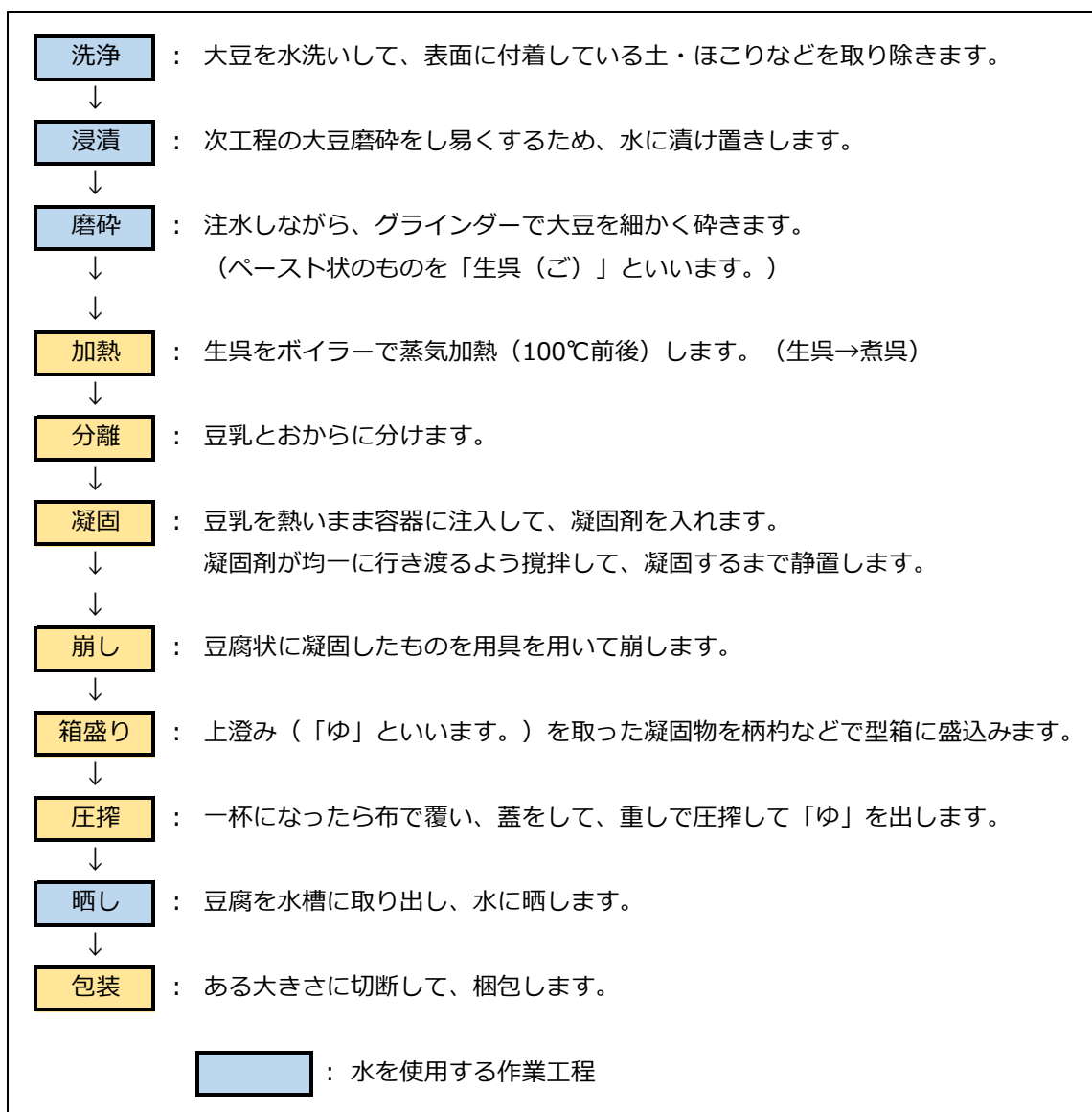


■ 豆腐製造機械（左：磨碎，右：加熱～分離～凝固）

乳になります。そこへ、凝固剤（塩化マグネシウムを主成分とする食品添加物）を入れて熟成させたものが豆腐になります。

豆腐成分は80～90%が水分といわれていて、豆腐にとって水は無くってはならない存在なのです。

東京都豆腐商工組合にお話を伺うと、都内にある豆腐店のほとんどは水道水を使用して豆腐を製造しているようです。この場合には、浄水器のようなもので塩素分を取り除くなどして豆腐作りをしているそうです。



■豆腐作りの作業工程

峰尾豆腐店さんは、北浅川南岸山地に属する陣馬山・高尾山山地を流れる多摩川水系・南浅川流域沿いの新規土石流地形・沖積錐に位置します。急傾斜を下る南浅川は、河川勾配が変わる JR 高尾駅付近を扇頂とする扇状地を形成します。



出典「5万分の1 土地分類基本調査（八王子・藤沢・上野原）」に加筆

■ 当該地付近の地形分類図

峰尾豆腐店さんでは、工場敷地内に直径約 1m の浅井戸を掘って、高尾山系の良質な地下水を利用しているそうです。井戸の中を覗くと、水面に映る顔が見えるほどの深さに水面があります。工場の近くには首都圏中央連絡自動車道 八王子 JCT が建設されましたが、井戸からの取水に支障をきたすことはなかったそうです。

浅井戸は 1 年を通じて水温に変化がないため、豆腐本来の舌触り、風味が保たれるそうです。

汲み上げた水を一旦、タンクに溜めて使用しています。工場内にある蛇口で採取した水（採水日 2022.9.9）は、水温 16.2℃, pH6.21, 電気伝導度 130.8μS/cm でした。



■ 敷地内にある浅井戸

5. 大豆加工品を食す

● 花屋三郎右衛門株式会社さんの白米味噌

味噌には、赤味噌と白味噌があります。原料となる大豆は同じですが、仕込みの工程にある「加熱」の方法の違いで、味噌の色が変わるそうです。赤味噌は「蒸気加熱」しますが、白味噌は「煮る」そうです。

大豆を蒸気加熱すると、大豆のタンパク質と糖が反応して、褐色物質（メラノイジン）が生じて茶色に変色します。これが、赤味噌の色味の理由です。変色する現象を「メイラード反応」といい、熟成する期間を長く、温度を高くするほど、赤味が増すそうです。

一方、大豆を煮ると、タンパク質や糖分がお湯に溶け出します。このため、メイラード反応が起こらず、色味がつかない理由です。麴の量を多くして、熟成期間を短くすると、白味が増すそうです。

味噌蔵に併設した店舗では、白米味噌、玄米味噌、米味噌、白米甘酒などが売られています。

白米麴を原料とする白米味噌（赤味噌）を、もろきゅうと味噌汁として食してみました。細かい大豆粒が残る辛い風味のある味噌でした。幼少期を過ごした田舎の手づくり味噌を思い出させてくれました。



■ 蒸気加熱で変色した大豆



■ 白米味噌「京の里」

● 有限会社 峰尾豆腐店さんの木綿豆腐

店舗では、木綿豆腐、寄せ豆腐、油揚げ、おからドーナッツなどが売られています。

木綿豆腐および寄せ豆腐を食してみました。大豆のほのかな香りが鼻から抜け、甘みを感じました。大豆本来の濃厚な味わいを楽しむことができました。湯豆腐として食すと、甘味を一層感じることができました。

また、おからドーナッツは、ぱさぱさ感がなく、少ししっとり・もちりとした食感でした。油っこくなく、甘さ控えめで、食べ飽きません。



■切断後の豆腐



■木綿豆腐，寄せ豆腐，おからドーナッツ

6. おわりに

本コラムの執筆にあたり、有限会社 峰尾豆腐店さん、糒屋三郎右衛門株式会社さんのご理解・ご協力を賜りました。ここに深謝の意を表します。

地下水を利用する飲食品製造業は、まだまだ沢山あります。東京都地質調査業協会では、「東京のお酒（地酒）」に焦点を当てた執筆もあります。ご興味がございましたら、下記もご覧ください。

※東京のお酒「技術ノート No.32 2001.3」

https://www.tokyo-geo.or.jp/technical_note/bv/No32N/index.html?page=1

