

## 沸騰の種

やかんや鍋でお湯を沸かすと、やがて底から泡が発生してきます。これがいわゆる「沸騰」と呼ばれる現象です。

それでは泡が発生している鍋の底をじっくりと観察してみましょう。どうやら、泡が出てくる場所は決まっているようです。泡が出てくる場所はどうなっているのでしょうか？ 肉眼ではよく分からないかもしれませんが、そこには小さな傷があります。でも、傷がある所すべてから泡が発生するわけでもありません。沸騰の泡が発生するためには「種」が必要なのです。この「種」が傷の中にあって初めて泡が発生することになります。したがって、傷があっても「種」がなければ泡は発生しないのです。それではこの「種」って何でしょうか？ この種もやはり「泡」なのです。もっとも、種の泡は沸騰する液体と別の種類のガスです。最も多いのは空気でしょう。なぜなら、水を入れる前には鍋には空気が入っていたはずですから。でも、水を入れたら傷の中の空気は追い出されるはずで、ところが傷の形によってはその中に水が満たされず、空気が残ったままになるものが出てきます。これが、沸騰で発生する泡の「種」になるわけです。

それでは、この「種」がなかったらどうなるのでしょうか？ 顕微鏡で見ても表面に傷ひとつ見られないようなきれいな面を加熱すると、水は温度が100℃になっても沸騰による泡を発生させることなく、水の温度はどんどん上がっていくでしょう。ただし、この状態は非常に不安定なので外部からちょっとした刺激を与えると全体が一気に沸騰蒸発する、いわゆる「突沸」という現象が生じます。

## 沸騰した後、加熱を続けるとどうなる？

鍋の水全体がグラグラと沸騰するようになると、お湯が沸いたということで終わりになるわけですが、さらにそこから火力を強くして加熱を続けるとどうなるのでしょうか？ 泡が発生する場所が増えるとともに、泡の直径も大きくなり、隣の泡と合体してさらに大きくなるものも現れます。それがさらに進行すると、鍋の底は蒸気の膜で覆われてしまうこととなります。これは「膜沸騰」と呼ばれる状態です。鍋の底が水と直接接触している間は、熱はどんどん水に奪われていき、鍋の底の温度は水温よりそう高くはなりません。しかしながら、鍋の底が蒸気の膜で覆われてしまうと、蒸気は熱を伝えるにくいので、鍋の底の温度はどんど

# 沸騰の話

技術開発本部

山口 方士



ん高くなっていきます。場合によっては金属が融ける温度にまで上がってしまうこともあります。そうすると鍋の底は破れて熱水が外へ飛び出て大やけどをすることになるでしょう。ボイラではこのようなことが起きないように十分注意して設計されていますが、それでも時々管が破れて蒸気が噴出してしまうことがあります。

### 水が沸騰する温度は 100℃とは限らない

一般に水は 100℃で沸騰します（というよりも水が沸騰する温度を 100℃とすると決められたのですが）。それでは、高い山の上ではどうでしょうか？ 米やラーメンが生煮えになった経験はありませんか？ 高い山の上では気圧が低いので 100℃よりも低い温度で沸騰が起きるため、米やラーメンが十分に加熱されないからなのです。例えば、富士山の山頂ではおよそ 85℃で水は沸騰します。一方、圧力が高い方はどうでしょうか？ 圧力鍋で調理すると煮物が短時間でおいしくできると言われています。圧力鍋は鍋とふたとを密閉できる構造になっているため、加熱すると中の圧力が上昇します。圧力が上昇すると 100℃になっても沸騰せず、中の温度はさらに上昇します。例えば、2 気圧まで加圧することができるので水が沸騰する温度はおよそ 120℃となり、通常より高い温度で具材を加熱することができるのです。

それではさらに圧力を上げていくとどうなるのでしょうか？ 通常の圧力鍋では加圧の限界がありますが、いくらでも加圧できる鍋があるとして、中の圧力をどんどん上げていくと、それにつれて沸騰する温度もどんどん上昇していきます。しかしながら、それには上限が存在します。正確に言うと圧力を上げてても沸騰する温度が上がらなくなるということではなく、「沸騰」と呼ばれる現象がなくなってしまうのです。そもそも、この領域では液体の水と気体の蒸気の違いがつかなくなるので、泡があるかどうかの見分けもつきません。「沸騰」がなくなるので加熱を続けると水の温度は連続的に上昇することになります。このように液体と蒸気の違いがつかない高压の状態を「超臨界圧」状態と呼びます。最近の大型事業用ボイラでは効率を上げるために、蒸気圧力がどんどん上がってこの超臨界圧状態を運転をしているのが通常となっています。



水が入ったビーカーの中に鉛筆の芯を入れ電流を流し加熱しています。鉛筆の芯の表面から小さな泡が出ています。



加熱を続けると鉛筆の表面が蒸気の膜で覆われるようになります。このまま加熱を続けると鉛筆の芯は焼き切れてしまいます。

### 沸騰のこれから

沸騰現象というのは傷など加熱される面の状態に大きく影響されるので、予測が非常に困難です。近年大型コンピュータの進化によりあらゆる分野で数値シミュレーションが盛んに行われていますが、沸騰に関しては数値シミュレーションでの予測が非常に困難な分野です。技術の革新により、将来、沸騰現象のシミュレーションによる予測が精度良くできるようになることを切に希望する次第です。

普段まったく気にすることなく見ている沸騰の泡ですが、それは複雑な現象がからみあって生まれた奇跡の産物なのです。一度、沸騰している鍋をじっくり見つめてはいたかがでしょうか。でも、くれぐれもやけどには注意してください。