

(山崎賞)

1 1 「南蛮漬けにした魚の骨は、なぜやわらかいのか」

1 研究の動機

中学校の家庭科の時間では、イワシを使っているいろいろな料理を作り、食べ比べをしたが、料理法が違うと、風味だけではなく、食感（魚のやわらかさ）に大きな違いがあった。また、僕は、よく魚の南蛮漬けを食べるが、南蛮漬けにした魚は、煮た魚や焼いた魚に比べると、骨までやわらかく、おいしく食べられる。

同じ魚の骨が、料理法によってやわらかくなるのはとても不思議だと思い、この研究をすることにした。

2 研究の内容

研究を進めるにあたり、骨の硬さの変化を数値で客観的に比較できるようにする必要がある。そこで、骨をカッターの刃で切断するのに必要な力の大きさを測定し、その値が小さい方がやわらかいと判断することにした。

また、実験では、魚の骨にアジの背骨を使用した。背骨は硬い椎骨がいくつもつながっており、その間には軟骨がある。今回の実験では、硬骨と軟骨の両方の硬さを測定することにした。

(1) 骨の硬さ測定装置の開発

切断に必要な力の大きさが正確に測れるように、次のような装置を製作した。

<測定装置A> (やわらかい骨用)

装置Aは、やわらかい骨（軟骨）を調べる時に使い、バネばかりの示す値の2分の1 + 2.8 N（バネばかりとアームの重量）が刃に働く。（写真1）

<測定装置B> (硬い骨用)

装置Bは、硬い骨（硬骨）を調べる時に使い、カッターの刃を可動式にすることでバネばかりが示す値 + 4.6 N（バネばかりとアームの重量）の2～4倍の力が刃に働いている。（写真2）

図2

写真1 骨の硬さ測定装置A



写真2 骨の硬さ測定装置B



(2) 南蛮漬けにした魚の骨の硬さ

南蛮漬けは、魚を油で揚げた後、南蛮酢に漬け込んで作る。その後、食べたときの魚の骨は、とてもやわらかくなっているように感じるが、実際にどのくらいやわらかくなっているのだろうか。

(1)の装置を使い、南蛮漬けにした魚の骨の硬さを測定してみた。

写真3 実験に使用したするアジ

<方法>

- ① 南蛮漬けにする魚として、体長6 cm程のアジを用意する。
- ② アジをフライヤーで、180℃の油で5分唐揚げにする。
- ③ 唐揚げにしたアジを一日南蛮酢に漬ける。
- ④ 骨の硬さ測定装置AとBを使い、南蛮漬けにしたアジの骨の硬さを測定する。
- ⑤ 生の骨の硬さも同様に調べ、比較する。



<結果>

生の骨を切断するのに必要な力は、軟骨で22.6 N、硬骨で34.4 Nだった。それに対し、南蛮漬けにした骨は、軟骨で3.75 N、硬骨で7.32 Nと、生の骨に比べて、約85%もやわらかくなっていることが確かめられた。

(3) 魚の骨がやわらかくなる要因

南蛮漬けは、唐揚げにした魚をさらに南蛮酢に漬け込んで作る。魚の骨をやわらかくする要因として次の2つの仮説を立てた。

<仮説1>

油で揚げることによって、骨に熱が通り温度が上がる。このときの加熱によって、骨がやわらかくなるのではないか。

<仮説2>

南蛮漬けの主成分は酢である。酢が魚の骨にしみ込んで、骨を溶かすようにしてやわらかくなるのではないか。

それぞれの仮説について詳しく検証していきたいと思う。

写真4 アジを唐揚げにする

ア 油で揚げることによる骨の硬さの変化について

<方法>

- ① 体長6 cm程のアジを用意し、フライヤーで、170℃、80℃、190℃の温度でそれぞれ5分間油で揚げる。
- ② それぞれの温度で揚げたアジの軟骨と硬骨の硬さを測定装置A、Bを使って調べ、生の骨と比較する。



1
装

<予想>

高い温度で揚げれば揚げるほど火が通り、骨はやわらかくなる。190℃で揚げるアジが一番やわらかくなると思われる。

<結果>

予想通り、生の骨に比べて油で揚げた骨は、とてもやわらかくなっていた。180℃の油で揚げた骨は、生の骨に比べて軟骨で約83%、約74%もやわらかくなっている。

しかし、温度の違いによる骨の硬さの変化については、170℃から190℃の間では思ったほど大きな差にはならなかった。

また、普段食べる焼き魚も十分加熱しているが、焼き魚の骨はそれほどやわらかくなっていない。

<考察>

油で揚げると骨に熱が通り、温度が上がるので骨がやわらかくなると予想したが、単に骨の温度が高くなるだけが原因とは言えないのかもしれない。

さらに、油で揚げた骨をよく観察すると、生の骨に比べて、表面の様子や重さがずいぶん変化しているのがわかる。これらについては今後の課題として調べてみたい。

イ 酢に漬けることによる骨の硬さの変化について

<方法>

- ① 体長6 cm程のアジを用意し、生で酢に漬ける。
- ② 1時間、2時間、3時間、5時間、12時間、24時間経過後、骨の硬さを調べ、生の骨の硬さと比較する。

写真5 アジを酢に漬ける



<予想>

酢は、酸性の水溶液で、骨を溶かす働きがあるということを授業で学習した。南蛮酢の主成分が酢なので、純粋な酢を使えば、骨をやわらかくする効果が大きいと思われる。また、酢に漬けている時間が長ければ酢が骨にしみ込み、骨がやわらかくなると思われる。

<結果>

生の骨に比べ、酢に一日漬けた骨は、軟骨で約83%、硬骨で約78%やわらかくなった。

<考察>

やはり、酢によって骨は急激にやわらかくなり、南蛮漬けの魚の骨がやわらかくなる原因の一つになっていることがはっきりした。

また、漬け込む時間の長さは、はじめの1時間で急激にやわらかくなるが、その後変化が少なくなり、5時間より後は骨の硬さの変化は非常に小さくなることがわかった。酢が魚にしみ込んで骨がやわらかくなるのにはあまり時間はかからないと思われる。

3 研究のまとめ

実験の結果をまとめると、南蛮漬けにした魚の骨がやわらかいのは、油で揚げた効果と酢に漬けた効果のどちらも影響し、相乗効果でやわらかくなっていると思われる。

また、画期的な効果ではないが、南蛮漬けの魚の骨をよりやわらかくするためには、アジを油で揚げる時に、高い温度(190℃)で揚げ、長い時間(1日くらい)酢に漬けるとよいことがわかった。

以上の結果をふまえて、本当にやわらかい骨の南蛮漬け作りに挑戦した。その結果、南蛮漬けとして、アジの肉は、ちょうどよく味付けされ、骨も今までで一番やわらかいととてもおいしい南蛮漬けができた。骨の硬さを測定すると、軟骨は、平均3.6N、硬骨は平均7.1Nだった。

写真6 本当にやわらかい骨の南蛮漬け



4 研究の終わりに

今回、実験を行ったときは、骨の硬さを測定する装置をつくるのに非常に苦心した。始めは、実験に必要なしっかりとした数値がとれずに何度も改良を繰り返し、最終的には2種類の測定装置を完成させた。

写真7・8 骨を切断するのに必要な力を測定しているところ



また、スーパーへ行ってアジをそろえるときも同じサイズのアジが手に入らなくて、七転八起の思いだったが、何とか研究論文にまとめることができうれしい。

今回の実験でわかったのは、”南蛮漬けにした魚の骨はなぜやわらかいのか”ということである。大好きな南蛮漬けについてすこしでも理解できたことは非常にうれしいことだ。

また、油で揚げると骨がどのように変化してやわらかくなるのか、南蛮漬けに入っているたかのつめやたまねぎは、どのように南蛮漬けに影響しているのか、南蛮漬けの酢の成分は、どのようにしてアジにしみ込むのかなど、興味深い新たな疑問がたくさんあり、今後も追求していきたい。