魚肉の電気抵抗に就て

伊藤秀三郎, 京塚亘夫, 杉崎千登子

(東京医科大学生理學教室)

昭和24年7月4日受理

On the Electrical Resistance of the Fish

By

Hidesaburo Ito, Nobuo KYOZUKA and Chitoko SUGIBAKI

(The Physiological Laboratory of Tokyo Medical College)

生體の電気抵抗に就いては多くの人に依つて其値が決められてゐるが、其一部分たる筋肉のものに關しては案外少いのである。上田、伊藤⁽¹⁾は魚類の電気抵抗を測定し、其變化に依つて新鮮度の判定が可能である事を暗示している。所で最近の成書には此方法を用いて、判別が可能であると示されている。尙て著者等は筋肉に種々なる條件を與え、其の場合の電気抵抗値の時間的變化を觀察し、初めの知見が得られたので簡單乍ら報告する。

實驗方法

筋肉としては魚肉の一片か蛙筋全體を用い、中には生體全部を使用したものもある。條件としては加熱(シャーレの内の熱湯中に入れる)、冷却(電気冷蔵庫に入れる)と通電(白金電極を用い商用交流電氣を與える)である。電気抵抗の測定には被験體に直流を流し、其兩端の電壓とこの電流から求めるのである。

實驗結果

(1) 魚肉の電気抵抗の性質

先づ長さに関し鯉 *Cyprinus carpio* Linné (長さ 10 cm) を用いて説明する。其體の長さ 9 cm, 6 cm, 3 cm, に就いて側線に沿う電気抵抗を測つたのであるが、其値は 18.2, 14.4, 12.6 kilo ohm で、距離とは比例せず金屬の如き第1種導體でない事が判る。種類については鰻魚 (*Parapristipoma filineatum*) 鰯 (*Thynnus orientalis*)、鰈 (*Trachurus japonicus*) と鰻に關し同長の電気抵抗値を考へる事にする。測定値を列記すると 26.8, 79.0, 14.8 と 19.6 kilo ohm になつて種別に依り相當に異なる事が判る。勿論此場合太さという問題が加味され、しかも實測しては無いけれども、ほど同様なものを選んだ積りである。従つて斯様に抵抗値の相異を惹起するのは、構造上の違いに原因があるとする。

(2) 時間的経過

鰻の切身(切口 1.5 cm 平方、長さ 5 cm) に就いて述べる。電気抵抗値は時間的経過に依つてどう變化するか示して見ると第1表の如くなる。勿論此測定は鰻の生體から取り出した切身を用いたのではないが、飲食可能程度の鰻の新鮮さを有する切身であると考えられる。但し實驗日の室温は 21°C である。

第1表の如く電気抵抗値が時間的経過に依つて變化する、即ち時間経過に従つて先づ抵抗が増え腐敗現象が起ると減少へと傾いて行くのである。此前者の場合は水分が減り蛋白質の變性起る事に依つて起り、後

Table 1.

Time (hrs.)	Electrical Resistance (kilo ohm)	Time (hrs.)	Electrical Resistance (kilo ohm)
2	3.5	20	6.0
5	6.0	21	5.5
6	7.0	23	6.6
8	10.0	24	7.0
9	12.0	25	6.5
13	13.0	26	6.0
15	12.0	29	9.0
16	10.0	30	8.7
18	8.0	31	9.0
19	6.5	32	8.5

(但し9時間より腐敗現象を要す)

者の場合は蛋白質自己融解によると考へる。尙時間更に経過すると再び抵抗が増加するのは、蛋白質の分解作用がある程度進んだ場合、其含水量に變異を生じたのではないと考へる。併し此點に就いては尙不明である。

(3) 加熱(温度 90°C)の場合

鰻の切身(長さ 9 cm, 幅 2.5 cm, 厚さ 1.2 cm) に就き加熱時間の増加がどんな變化を電気抵抗値に示すか次

表で示す事にする。

第2表で判るように電気抵抗値の變化が起るのは、要するに筋肉を構成してゐる蛋白質が sol 状態から gel 状態に變化した點と考えられる。此點に就いては蛙筋の腓腸筋、縫匠筋を用いてもほぼ同様な結果が求められる。所で蛙筋の場合には凝固といふ現象のため絶對長が短くなるため逆に加熱時間が長い方が電気抵抗値の減少を招いたものもあつた。

(4) 冷却 (温度 6°C) の場合

矢張り鯉の切身 (長さ 7.5 cm, 幅 2 cm, 厚さ 1 cm) を用いて解凍をする。其結果は第3表の通りである。

第3表から冷却の際でも電気抵抗値の變化が加熱の場合とほぼ同様になる事を著者等は含水の状態で説明する。即ち冷却に依つて水分子の性質が變化され、其れに依る蛋白質間の結合状態が變るものとしたのである。今加熱に依つて筋の諸性質が變化する事は直ちに現れるけれど、冷却でも同じ様に變化が起る事が判つたので、筋肉 (魚肉を考える) の味の變化 (含有化合物の結合状態變化) に冷却といふ事が相當に影響を與えると考え。冷凍魚のアミノ酸などは外的原因であるが其外に内的原因をも考えるべきである。蛙筋に就いても同様な實驗に於いては全く同様な結果になつた。

(5) 通電 (交流 100 V) の場合

蛙筋の縫匠筋に就いての結果を示すと第4表の如くなる。

即ち通電に依る Joule 熱の影響と強縮に伴う形態的變化に依るものととの合成が、電気抵抗値の急激な減少を促すと見るべきであつて蛙筋の長時間での加熱の影響に比較して著しい變化である。(加熱の場合: 長さ 1.7 寸の腓腸筋の例であるが正常時が 7 kilo ohm で加熱 10 分後が 5 kilo ohm である)

撰筆するに當り東京醫大生化学教室主任三坂教授の御校閲並に生理學教室主任久保教授の御校閲に對し感謝の意を表す。御助力を蒙つた和洋女子大學生理衛生學教室の中山道子、村松麗子、濱邊玲子、野口歌子の諸氏に感謝する。

(1) 坂本島嶼: 口腔病學會 Vol. I, No. 1, p.1-20 (昭 2)

(2) 天野虎之: 魚肉鮮度検査法 (昭 24)

(3) 上田大助, 伊藤秀三郎: 電気肝臓, Vol. 23, No. 4, p.365-370 (昭 10)

Table 2.

Time of Heating (min.)	Electrical Resistance (kilo ohm)
0.0	0.90
0.5	0.65
1.0	0.57
1.5	0.80
2.0	1.00
5.0	1.00

Table 3.

Time of Cooling (min.)	Electrical Resistance (kilo ohm)
0	2.05
1	1.35
2	0.67
3	0.93
4	1.13
5	0.93
9	1.46
13	1.46

Table 4.

Time of Electrifying (min.)	Electrical Resistance (kilo ohm)
0	15.0
2	13.0
4	9.0
9	7.0
8	5.0
10	5.3
12	5.0

Summary

Determinations of the value of the electrical resistance of living things were made by many authors, but there are unexpectedly few reports about that of the muscle as the part of living things. We investigated the timely change of the electrical resistance in muscle under various conditions of heating, cooling and electrifying. We obtained the following results

- (1) The fish belongs to the secondary conductor.
- (2) The value of electrical resistance of fish varies according to the kind of fish.
- (3) The electrical resistance of fish changes with time and relates to the putrefaction. So its electrical resistance may be good indicator for the judgement of freshness.
- (4) The electrical resistance decreases by heating or electrifying. We think that the current increases gradually by the electrical shock according to the upper reason.
- (5) The electrical resistance changes by cooling with a similar tendency as by heating. We think the cooling of fish affects its taste.