

すり身の動的粘弾性の基本的な温度変化 および酵母タンパク質混和の影響

田 端 義 明

Characteristics of Temperature Dependent Viscoelastical Changes in Brayed Fish Meat and the Effects of Additions of Yeast Proteins, etc. to the Brayed Fish Meat

Yoshiaki TABATA

By adopting plait holding chuck to measure dynamic viscoelasticities of brayed fish meat mixed with 3% salt which were difficult to measure by the forced vibration system, the author successfully observed characteristics of temperature dependent viscoelastical changes of brayed fish meat and the effects of addition of single cell proteins (SCP) and activated gluten (A-glu) to the brayed fish meat. Items observed are summarized as follows:

1) As compared with Kamaboko which had been heat-denaturated and made elastic where viscoelasticities descended inversely with the ascent of temperature, viscoelasticities of brayed fish meat showed little changes in the temperature range from room temperature to around 50°C, more descending changes in the temperature range from 50°C to approximately 60°C, and then ascending changes up to nearly 100°C.

2) It was speculated that "Suwari" or setting might develop in the brayed fish meat mixed with by-materials such as SCP or A-glu since $\tan \delta$ values decreased along the elongation of meat standing time at temperature lower than 50°C. But, the above mentioned decreasing tendencies became less inversely with increase of addition of by-materials. So, it was considered that by-materials acted inhibitory to setting.

3) It was shown through comparisons of $\tan \delta$ values at the same concentrations at temperatures lower than 50°C, that acetic acid assimilating yeast protein (SCP₃) and A-glu which were estimated to be proper by-materials of Kamaboko in the previous paper¹⁾, were less inhibitory to setting than hydrocarbon assimilating yeast proteins (SCP₁ and SCP₂) which were estimated to be improper.

前報¹⁾で著者は、各種酵母タンパク質 (SCP) や活性グルテン (A-glu) をかまぼこに副原料として利用した場合、酢酸資化性酵母タンパク質がすぐれていることを、それらを混和したかまぼこを試作してその官能的評価より知ることが得たこと、またかまぼこの動的粘弾性をはじめ、他の物理的パラメータを同時に測定した結果、動的粘弾性における $\tan \delta (G''/G')$ および緩和時間 (τ) が、かまぼこの足に対する官能評価とよく一致することを報告した。

今回は動的粘弾性測定におけるすり身用として、ヒダつきの“チャック”をつくり、これを

用いて“すり身からかまぼこ”への推移を粘弾性について調べた。すなわち、まずすり身について坐り、戻りおよび熱凝固などの基本的な変化を調べ、ついで前報¹⁾で述べた酵母タンパク質などを混和して同様な実験を行ない、その影響についても調べた。これらの実験結果について報告する。

実験方法

材料 冷凍すり身、活性グルテン、酵母タンパク質はすべて前報¹⁾と同一のものを使用した。

供試すり身およびかまぼこの調製 すべて前報¹⁾通りに行なった。ただし40°C坐り1時間、65°C坐り1時間のものは、播潰直後のものをすり身用チャックに詰め、それぞれの温度で1時間坐らせた後急冷して供試した。また2時間、4時間および8時間のものは、播潰したものを5±1°Cの室にそれぞれの時間放置したすり身を使用した。

動的粘弾性の測定 前報¹⁾と同一の測定装置を用い、温度は毎分1.5°Cの割合で昇温させた。また前述の粘弾性測定のためのすり身用チャックを用いて測定した。なお試料の表面乾燥を防止するため、流動パラフィンの薄膜コートを施した。また動的弾性率(G')、動的損失(G'')および $\tan \delta$ の値はすべて3.5Hzにおける値で示した。

結果および考察

すり身の粘弾性をこの測定装置で調べるのは始めてであるので、基礎的な知見特に坐りおよび戻りに基づく変化を知る目的で、まったく副原料を用いないで加塩しただけのすり身について、播潰直後、40°Cで1時間坐らせたもの、65°Cで1時間坐らせたものおよびそれらを加熱してかまぼことしたものについて $\tan \delta$ 、 G' および G'' の温度変化を調べた。それらの結果を Fig. 1 および Fig. 2 に示す。

Fig. 1 および 2 に示したかまぼこの温度変化曲線はほぼ同形であるが、過去の多くの実験結果もすべて同形であることから考えて、これらは典型的なかまぼこの加熱により安定化された網目構造の粘弾性の温度変化を示しているものと考ええる。なお G' は高木²⁾の緩和弾性率(Et)のマスターカーブとかなりよく一致する。

これらの変化曲線は、いずれもほぼ同様に温度上昇と共に下降することを示しているが、各曲線それぞれに特有な起伏がみられる。前報¹⁾で述べたように、 $\tan \delta$ をかまぼこの足判定の資料として利用できるものとすれば、この曲線における30~40°Cにみられるピークには注目する必要がある。

かまぼこのタンパク質はすでに完全に熱変性し、ゴムに似た弾性的網目構造^{2,3)}をそなえて安定化されているので、かまぼこの変化曲線に比べて傾斜角度が上向きの変化曲線は、その間に新しく網目構造を生成する物質的变化を示し、下向きの変化曲線は、その間に網目構造を減少するような物質変化が行なわれていると解釈することが可能である。

Fig. 1 に示した播潰直後のすり身における G' および G'' の50°C付近までの水平的な変化には、その間の坐りに基づく網目構造の生成がうかがわれる。これに対して40°Cで1時間坐らせたものの50°C付近までの変化曲線の傾斜角度には、かまぼこの曲線との平行性が認められ、一応安定化された坐りの網目構造を示しているものと考ええる。

また播潰直後および40°Cで1時間坐らせたものの50~60°Cにみられる変化は、かまぼこの変化曲線の傾斜よりも更に角度が大きく、この間に網目構造が減少していくものと解釈すること

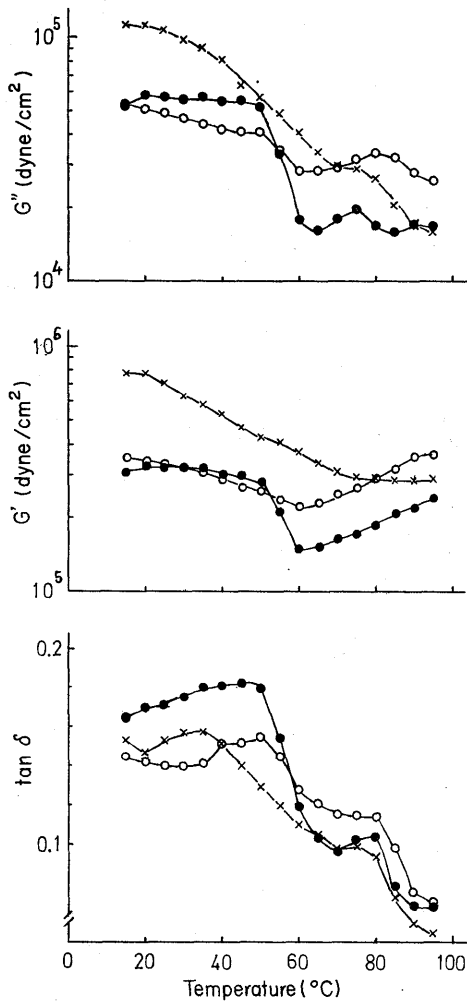


Fig. 1. Temperature dependent dynamic viscoelastic changes of brayed fish meat and Kamaboko prepared from it.

Closed circle : Brayed meat immediate after preparation.

Open circle : Brayed meat after setting at 40°C for one hour.

Cross : Kamaboko prepared after setting at 40°C for one hour.

Measuring condition : At 3.5 Hz

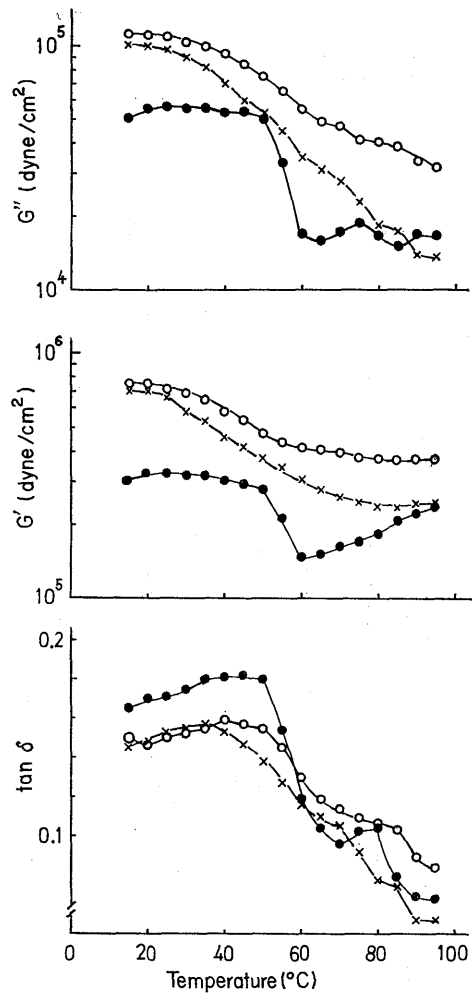


Fig. 2. Temperature dependent dynamic viscoelastic changes of brayed fish meat and Kamaboko prepared from it.

Closed circle : Brayed meat immediate after preparation.

Open circle : Brayed meat after setting at 65°C for one hour.

Cross : Kamaboko prepared after setting at 65°C for one hour.

Measuring condition : At 3.5 Hz

ができる。これに対して 65°C に 1 時間放置したものの変化には、かまぼこの変化曲線との平行性が認められ、これらを通じて戻りの存在が示されているものと考えられる。

60°C 以上の変化には播漬直後、40°C および 65°C での 1 時間坐りのものについては、それぞれかまぼこの曲線に対して上向きの変化が認められ (ただし 65°C のものについてはそれ程著しくない)、いずれも加熱により強固な網目構造が生成されていくことを示しているものとする。

以上のように、ヒダつきチャックにすり身を装着して動的粘弾性を測定することにより、か

まぼこ製造過程における坐り，戻りおよび加熱によるタンパク質凝固の動勢を追求し得るものとする。

坐りや戻り等に関する研究報告⁴⁻¹¹⁾は多く，特に最近における坐りに関する丹羽ら^{12,13)}や高木¹⁴⁾の物理的研究，戻りに関する牧之段ら¹⁵⁾の化学的研究，高木^{16,17)}の物理的研究等により，かまぼこ製造過程のメカニズムもかなり明らかにされたものと思われるが，複雑な変化であるのでなお研究は充分とは思われない。

著者のこの種の研究はなお日も浅くデータも充分でないので，過去の認識を確めた程度に過ぎないが，実験方法が簡単で短時間で終了し得るので，種々の試料を使用することや他の実験との併用等によって，かまぼこ製造過程の解明に役立つものと考えられる。

冷凍すり身に酵母タンパク質および A-glu を混和した場合の動的粘弾性の温度変化 同じ装置を用いて冷凍すり身に SCP および A-glu を混和したすり身を， $5 \pm 1^\circ\text{C}$ の室に0，2，4 および 8 時間放置したものにつき，それぞれの $\tan \delta$ の温度変化を Fig. 3 ~ Fig. 5 に示す。

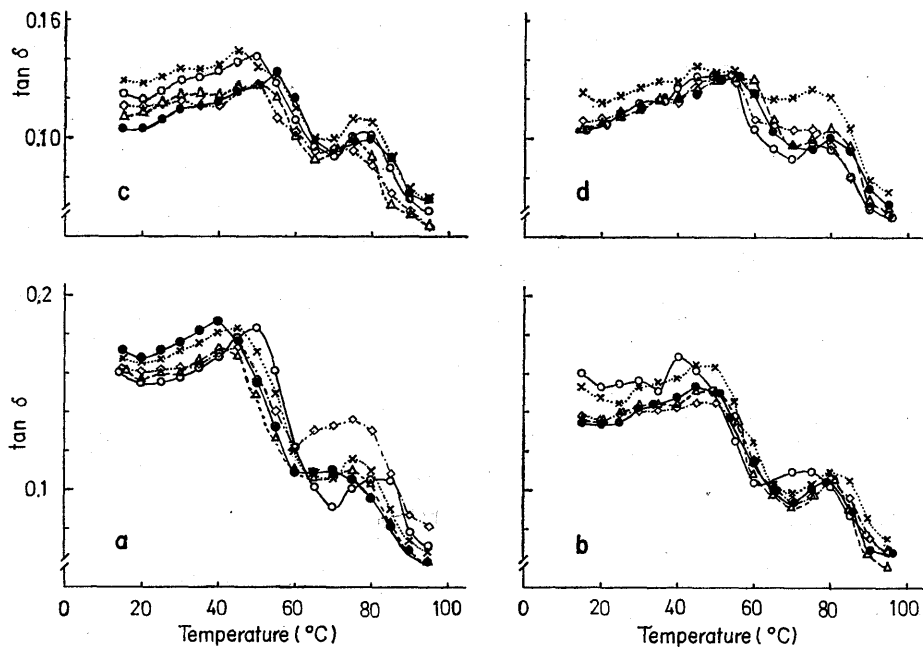


Fig. 3. Changes of $\tan \delta$ of fish meat brayed with 3% salt and 1% by-materials.
 Closed circle : Fish meat brayed with salt only.
 Open squair : Fish meat brayed with salt and A-glu.
 Open triangle : Fish meat brayed with salt and acetic acid assimilating yeast protein (SCP₃).
 Open circle : Fish meat brayed with salt and hydrocarbon assimilating yeast protein (SCP₂, globulin).
 Cross : Fish meat brayed with salt and hydrocarbon assimilating yeast protein (SCP₁, albumin).
 a : Immediate after preparation.
 b : 2 hours after setting at $5 \pm 1^\circ\text{C}$.
 c : 4 hours after setting at $5 \pm 1^\circ\text{C}$.
 d : 8 hours after setting at $5 \pm 1^\circ\text{C}$.
 Measuring condition : At 3.5 Hz

Fig. 1 における播漬直後および 40°C で 1 時間坐らせたすり身の $\tan \delta$ を比較すれば明らかのように，坐りの効果は 50°C 以下における $\tan \delta$ の温度変化曲線（水平的な部分）が，全般的

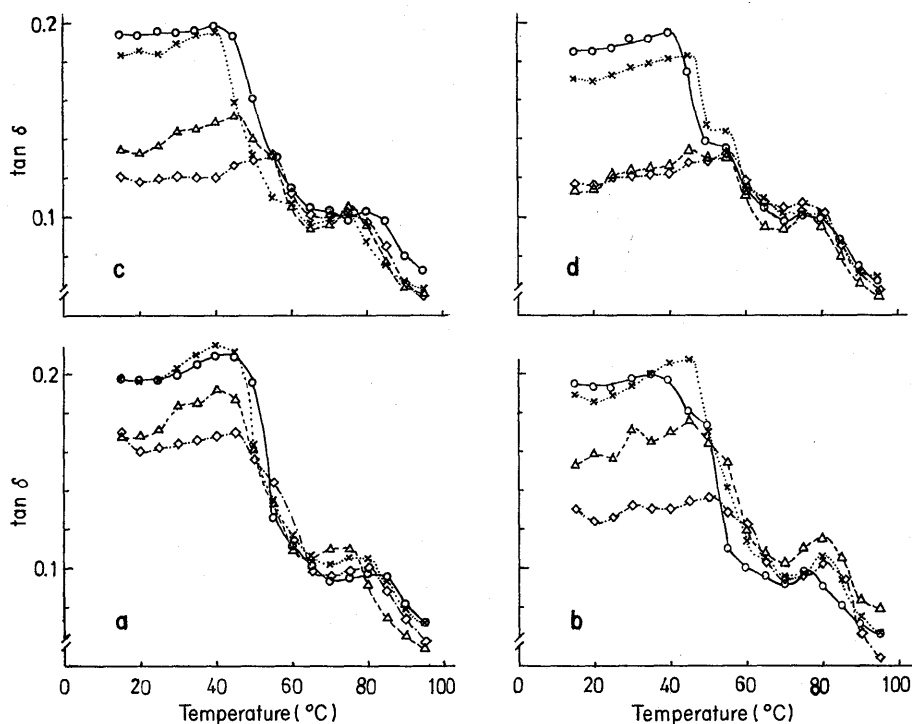


Fig. 4. Changes of $\tan \delta$ of fish meat brayed with 3% salt and 3% by-materials. Descriptions are identical with Fig. 3.

に、一段と下降する現象にもみられる。Fig. 3～5にも坐りの影響は明らかに認められる。すなわち各試料ともすべて放置時間が延長されるにつれて、 $\tan \delta$ の減少が50°C以下にみられる。

また副原料が坐りに対して抑制的に働くことは混和率の増加と共に、50°C以下における $\tan \delta$ が増大していくことからうかがわれる。

Fig. 5, dに示されるように副原料を5%混和して、播潰後8時間目に測定した結果は、前報¹⁾で副原料として適性があるとされた酢酸資化性酵母タンパク質(SCP₃)およびA-gluの50°C以下の二線が、かなり接近して下段に1グループとして示され、不適性とされた炭化水素資化性酵母タンパク質は、アルブミン系のもの(SCP₁)、グロブリン系のもの(SCP₂)のいずれもが、上段にやや離れているが1グループとして示されていることは興味ある結果と考える。

$\tan \delta$ の高温度域における変化にも各試料による独自性は認められるが、かなり複雑で現在のところ解析が困難である。

つぎに酵母タンパク質およびA-gluを混和したすり身を、 $5 \pm 1^\circ\text{C}$ の室に0, 2, 4および8時間放置したものにつき、それぞれの G' および G'' の温度変化をFig. 6～Fig. 9に示す。

Fig. 1～2から典型的なかまぼこに到る坐りの意味を、 G' および G'' についてみると、40°Cで1時間坐らせたものの50°C以下における変化曲線が示すように、網目構造の完成されたかまぼこの変化曲線と、平行的に下降することを先の考察で述べた。いまSCPおよびA-gluを5%混和した場合のそれをFig. 8～9からみると、8時間放置のものSCP₁およびSCP₂に

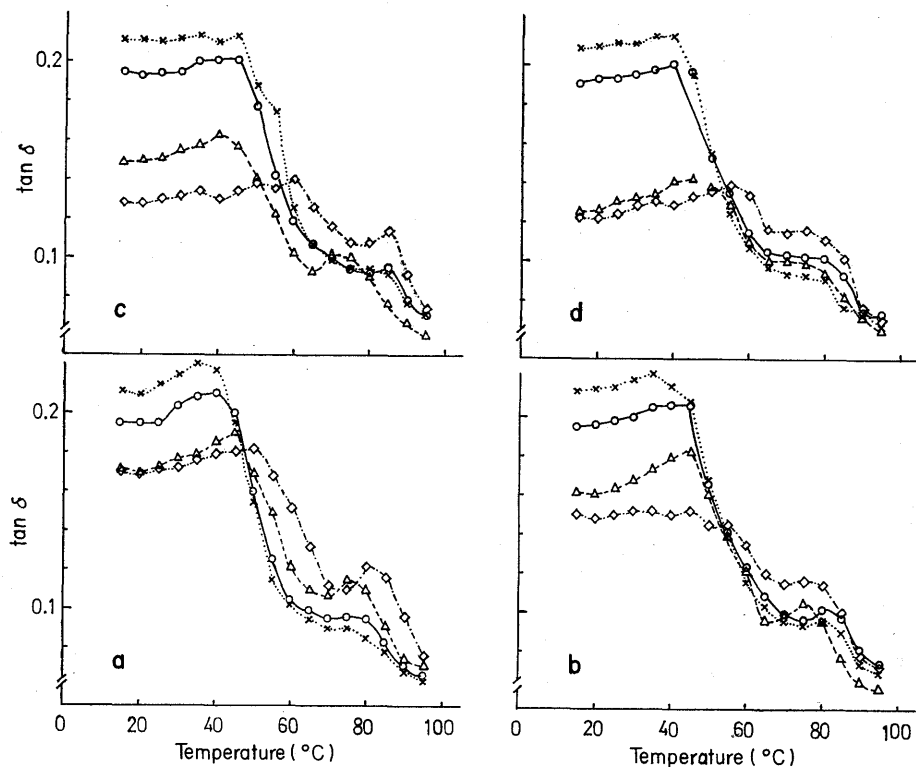


Fig. 5. Changes of $\tan\delta$ of fish meat brayed with 3% salt and 5% by-materials. Descriptions are identical with Fig. 3.

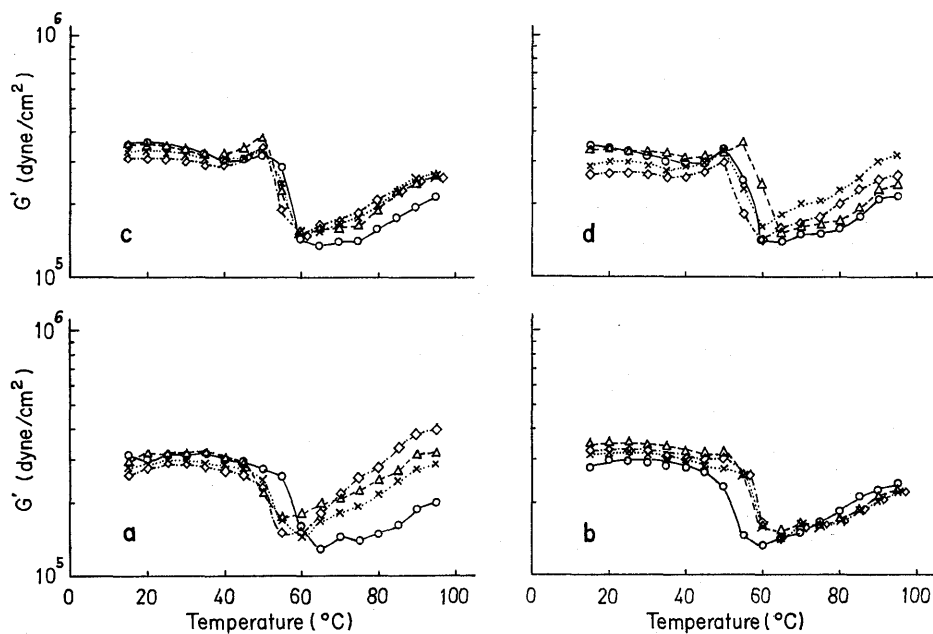


Fig. 6. Changes of G' of fish meat brayed with 3% salt and 1% by-materials. Descriptions are identical with Fig. 3.

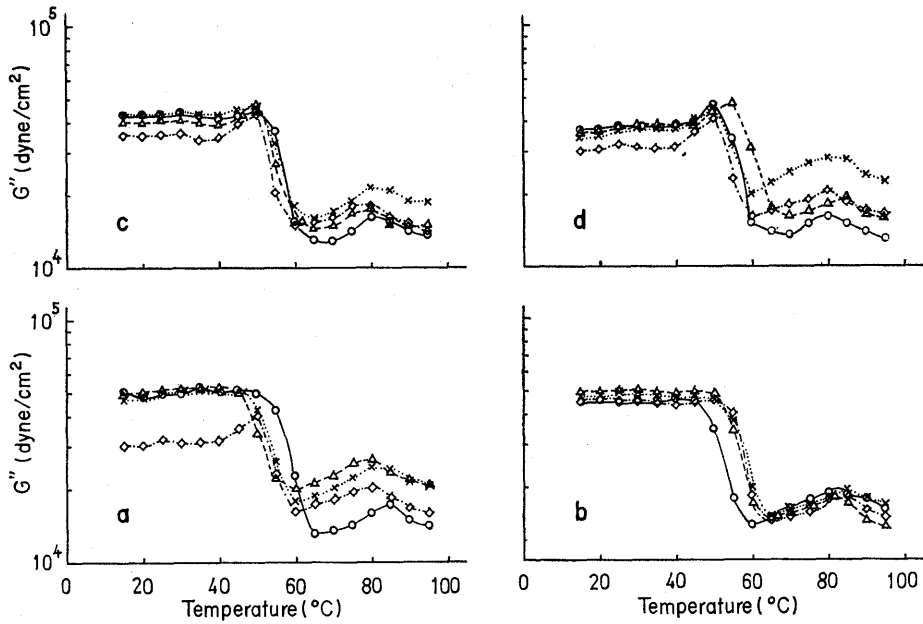


Fig. 7. Changes of G'' of fish meat brayed with 3% salt and 1% by-materials. Description are identical with Fig. 3.

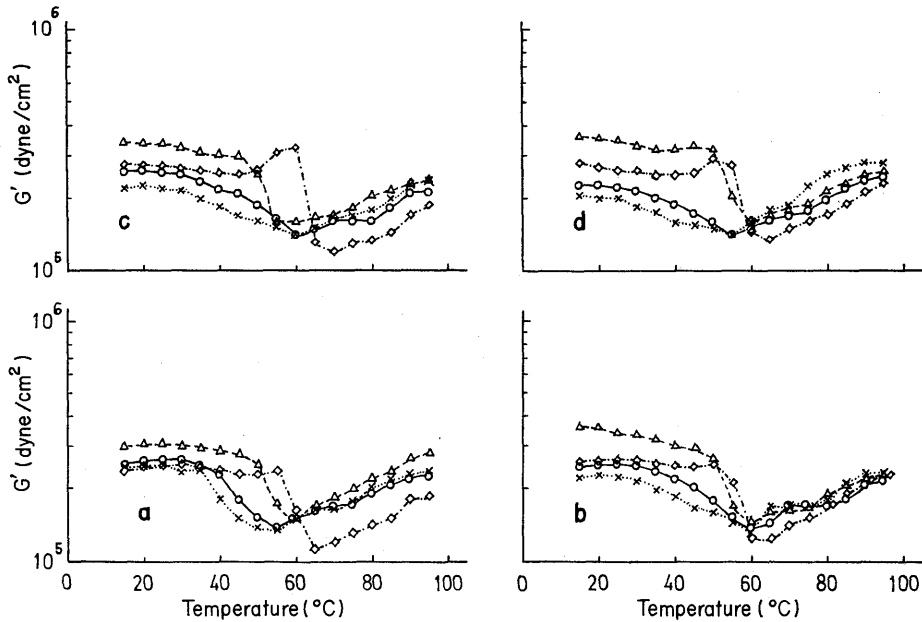


Fig. 8. Changes of G' of fish meat brayed with 3% salt and 5% by-materials. Descriptions are identical with Fig. 3.

については、Fig. 1～2の坐ったすり身のような下降がみられるが、これは放置時間ゼロ（搗潰直後）のものでも同様にみられることから考えて、これを坐りに基づく下降と考えることはできない。脂質含有量の多いことから考えて単なる“ダレ”のように考えられる。

これに対して副原料として適性とされた SCP₃ や A-glu については、8時間放置において

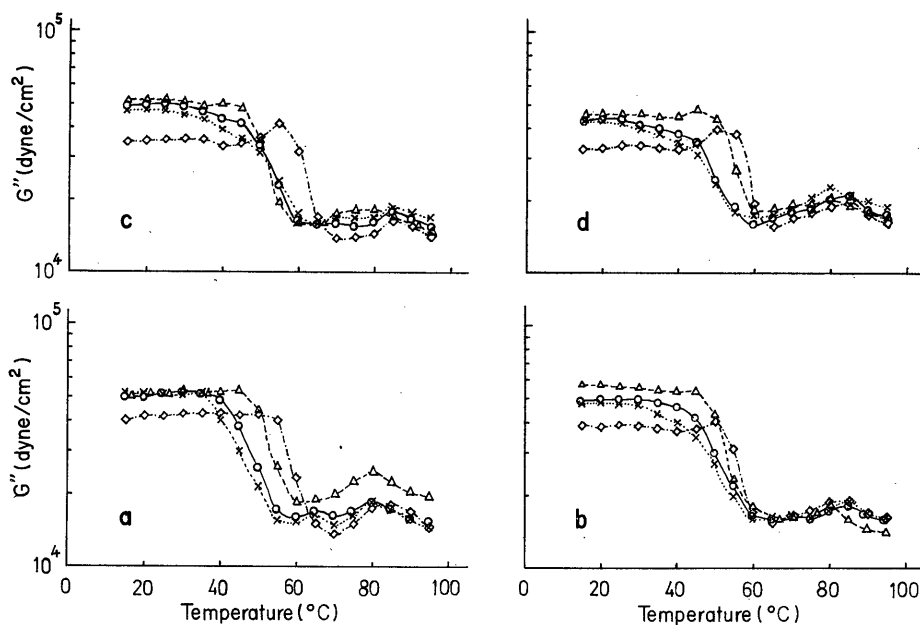


Fig. 9. Changes of G'' of fish meat brayed with 3% salt and 5% by-materials. Descriptions are identical with Fig. 3.

も特に Fig. 1 の40°C で坐らせたものの示すような下降現象が50°C以下においてほとんど認められない。この実験では5°Cで8時間という形で行なっているので、なおこの段階においても50°Cまでの温度上昇中に網目構造の増強が行なわれているものと考えられる。

以上に酵母タンパク質等をすり身に混和した場合の動的粘弾性の温度変化に対する影響を主として50°C以下について述べた。データが不充分であるが、この実験範囲内では $\tan \delta$ は G' や G'' に比べて、各試料間の差異を簡明に示している点で、副原料としての適性を論ずる場合には適当なように考えられる。

要 約

ヒダつきのチャックを使用することによって、強制振動方式では測定困難な魚肉すり身の動的粘弾性の温度変化について基本的な性質を調べ、ついで前報¹⁾で述べた酵母タンパク質(SCP)を混和した場合の影響についても調べた。それらはおおよそ次の通りであった。

1. 熱変性の完了して弾力的となったかまぼこの、動的粘弾性の温度変化が下降的なものに対して、すり身の動的粘弾性の温度変化は常温より50°C付近までは水平的な変化を示し、ついで50°Cより60°C付近まではかまぼこのそれより急角度の下降を示し、60°C付近より100°C近くまでは上昇的な傾向を示した。

2. 酵母タンパク質(SCP)や活性グルテン(A-glu)をすり身に混和して、動的粘弾性の温度変化を調べたところ、各試料とも坐りを生ずることは、試料調製後の放置時間の延長とともに、50°C以下における $\tan \delta$ 値の減少することからうかがわれた。また試料の濃度の増加とともに、各試料とも坐りに対して抑制的に働いていることが示された。

3. 同一濃度における50°C以下の $\tan \delta$ 値の比較より、前報¹⁾で副原料として適性とされたSCP₃およびA-gluの抑制が少なく、不適性とされた炭化水素資化性酵母タンパク質が、はる

かに抑制的であることが示された。

本研究を行なうにあたり、種々ご懇切なご指導とご助言を賜った九州大学農学部野村男次教授ならびに早川功博士に厚くお礼申し上げる。

文 献

- 1) 田端義明：本誌, No 37, 39~44, (1974)
- 2) I. TAKAGI and W. SIMIDU : *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 38, 865~868 (1972)
- 3) I. TAKAGI and W. SIMIDU : *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 38, 299~303 (1972)
- 4) 右田正男・岡田 稔：日水誌, 18, 117~123 (1952)
- 5) 右田正男・岡田 稔：日水誌, 20, 213~223 (1954)
- 6) 右田正男・岡田 稔：日水誌, 20, 530~538 (1954)
- 7) 岡村一弘：日水誌, 27, 748~754 (1961)
- 8) T. IKEUCHI and W. SIMIDU : *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 29, 151~156 (1963)
- 9) 岡田 稔：東海区水研報告, No, 24, 73~79 (1959)
- 10) 岡村一弘：日水誌, 27, 748~762 (1961)
- 11) 志水 寛・吉本晴樹・清水 亘：日水誌, 28, 610~615 (1962)
- 12) 丹羽栄二・三宅正人：日水誌, 37, 877~883 (1971)
- 13) 丹羽栄二・三宅正人：日水誌, 37, 884~890 (1971)
- 14) I. TAKAGI : *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 39, 299~305 (1973)
- 15) Y. MAKINODAN and S. IKEDA : *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 37, 518~523 (1971)
- 16) I. TAKAGI : *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 39, 557~562 (1973)
- 17) I. TAKAGI : *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 39, 563~567 (1973)