

[研究報告]

ジュン菜粗精多糖による粘性を備えた減塩醤油の研究

蓮井裕二¹⁾ 豊川好司²⁾

要 旨

人の身体は老化するにつれて、様々な機能が低下するが、近年、生活習慣病によって引き起こされる動脈硬化症や脳梗塞の後遺症による嚥下障害のある人達が少なくない。したがって、これらの症状を持つ人たちが利用しやすい粘性と減塩を併せ持った醤油を開発しようとした。粘性付与成分として、ジュン菜から抽出した粗精多糖物、カラジナン及びアラビアガムの粘度を調べ、また減塩しても塩味を強調できる酸類の選定を行い、さらにこれらについて味覚の官能試験を行った。その結果、醤油に粘性を付与でき、また、減塩しても塩味を強調できる酸類を選定できた。粘性物質として多糖粗精物を濃い口醤油の1/2希釈醤油当たり、湿重量で25%、乾物当り1.0%を、この他に粘性向上成分としてカラジナン0.60%、アラビアガム0.38%を添加し、塩味強調とまろやかさ成分としてペクチン0.15%を調合した結果、粘度は739mPa・sとなり、塩分は濃い口醤油の1/2の粘性と減塩を備えた醤油を作ることができた。

キーワード：多糖類、減塩醤油、粘性醤油、嚥下障害、動脈硬化

緒 言

嚥下障害者は水のような粘性の低い溶液を飲み込むことを苦手としており、誤嚥による肺炎を引き起こすことが時々見られ、水分を摂取しながらいない老人が多い¹⁾。このような嚥下機能の低下している人たちには安心して摂取できる粘性を備えた食品を提供することが大切であり、食欲を高める一般的な調味料の醤油等にも粘性を持たせることは必要である。これまで市販されている多くの嚥下障害者用の食品は粘性を高めるためにデキストリンを使用しているが、粘性には付着性があり^{2) 3)}、嚥下障害者がスムーズに嚥下できないことが多い。デキストリンはまた、腸内細菌によって分解され、グルコースとして吸収されることは糖尿病⁴⁾ や肝硬変⁵⁾ 等の患者のためには望ましいことではない。そこで、栄養管理下にある患者にも安心して利用できる、付着性が低く比較的粘性の高い、また、減塩となる醤油を考え、粘性付与のためにはジュン菜から精製された腸内細菌に難分解性の粗精多糖⁶⁾ を用い、減塩のためには酸性物質による塩分呈味向上効果を図った粘性醤油を開発するために基礎的データを得ようとした。

材料および方法

1. ジュン菜粗精多糖の抽出

粘性減塩醤油添加成分のジュン菜多糖粗精物と部分精製物の抽出は図1に示したように、蓮井等⁷⁾、Kakuta等⁸⁾ が行った方法によった。まずジュン菜2000gを30メッシュのナイロン製のろ布を用いて手で直に圧搾して得た多糖抽出液を4000rpmで遠心分離を行った。これを45℃で減圧濃縮し、得られた濃縮物を1000mlのメスシリンダに一に移し、これにアルコール濃度が40%になるように加え、次いで、エーテルを2%になるように加えてアルコール沈殿を促進させ、0℃において2日間放置して沈殿させた。沈殿物を同様の遠心分離を行い、供試ジュン菜粗精多糖（以下JPと略す）を得た。ジュン菜多糖の基本的性質を検討するためには、正確な濃度の溶液を作成する必要があることから、更に純度を高めるために、これを透析して色素や低分子を除去した。これをナス型フラスコに移し、一昼夜凍結乾燥を行い、白色のパウダー状の部分精製物として25g得た。官能試験の精度を高めるためにこの部分精製物が供試された。

1) 弘前医療福祉大学・短期大学部（青森県弘前市小比内3-18-1）

2) 弘前医療福祉大学（青森県弘前市小比内3-18-1）

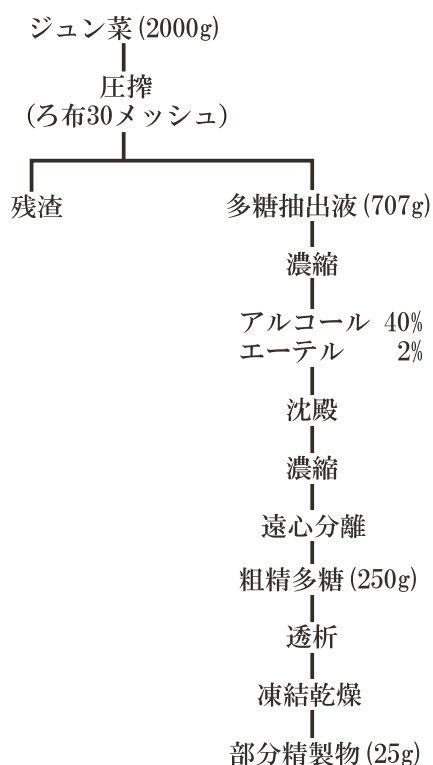


図1 ジュン菜粗精多糖の精製及び部分精製物の抽出法

2. ジュン菜粗精多糖及びカラジーンナの粘度測定

醤油への添加多糖の割合を推定するために供試各多糖類の粘度を測定した。JPは図1のようにアルコール沈殿後に減圧濃縮し、遠心分離したものを湿重量100%として実験に供試した。JPの水分含量は96.5%であり、JPの粘度測定は湿重量100%溶液すなわち乾物濃度3.5%溶液、湿重量50%で1.75%溶液、及び湿重量30%で1.0%溶液について行った。カラジーンナ（以下CRAと略す）は耐塩性が低く1.0%を超えると醤油の塩分によって直ちにゲル化したので、1.0%及び0.5%の濃度の水溶液について粘度を測定した。アラビアガム（以下ARAと略す）は粘性が非常に低くNo4・rpm12は使用できなかったためWood等⁹⁾の粘度を引用した。粘度はB型粘度計を使用し、ミリンドルNo4・rpm12を用いて20℃で測定した。

3. ジュン菜粗精多糖、カラジーンナ、アラビアガム及びペクチンの官能試験

醤油に調合する多糖は粘性を備えている他に、醤油の風味や香り、料理の味に悪影響を与えないことが大切である。JP調合醤油においてCAR、ARA及びペクチン（以下PECと略す）のそれぞれの多糖類の醤油との相性を調べるために官能試験を行った。JP部分精製物以外のCAR、ARA及びペクチン等は試薬として市販されているものを用いた。官能試験の場合、低濃度と高濃度では味覚感度が異なり、特に苦味などに味の変化がある場合

があるので、以下のように多段階の濃度について官能試験を行った。CAR及びARAは溶解温度70℃の温水で溶解し、PECは50℃の温水で溶解した。溶液濃度が0.8%、1.0%、1.2%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0%の7種類の異なる溶液50mlを作り、これらを20℃に下げた後からJP部分精製物濃度が1.0%となるように添加した。これら7種類の異なる溶液50mlに市販の濃い口醤油50mlを混入して1/2希釈醤油を作成した。すなわち、多糖の濃度は1/2希釈の0.40%、0.50%、0.60%、0.75%、1.00%、1.25%、1.50%となった。官能試験は20歳から22歳の女子から予備味覚テスト¹⁰⁾を通過した10人に対して粘性、酸味、苦味、臭い、旨味及び無味等について行った。官能試験方法は古川の、食品官能検査の実際による定法¹⁰⁾に従って実施した。

4. 醤油における酸添加量と塩味強調効果

供試添加酸は、構造に共通性があるカルボン酸を用い、それらの塩味強調効果¹¹⁾について検討した。ポリマーのPEC、モノマーの酢酸、ダイマーのリンゴ酸及びトリマーのクエン酸を用い、酸味の強さについての予備的官能試験を行った。その結果、酸味の強さはPEC 3.0%溶液が後3者有機酸の1.0%溶液に相当する結果が得られたので、PECは3.0%溶液、クエン酸、リンゴ酸及び酢酸は1.0%溶液を、醤油の塩味効果の微少な変化が識別されるように、醤油を1/4に希釈した適量にそれぞれ3ml、4ml、5ml及び6mlを添加し、次いでこの1/4希釈醤油で100mlにメスアップした。したがって希釈醤油のPEC濃度は0.09%、0.12%、0.15%及び0.18%であり、クエン酸等3有機酸はそれぞれ0.03%、0.04%、0.05%及び0.06%であった。これら4段階の官能試験は同様に古川¹⁰⁾に従って行い、最も塩味を強く感じる酸添加量を求めた。さらに4種類の酸の中で最も塩味強調効果の高い酸を選ぶ官能検査を行った。

5. 粘性減塩醤油の作成及び粘性効果

多くの家庭で使用されている市販ソースは400～1000mPa・s程度の粘度である。醤油に添加する多糖類の粘度を測定し、市販ソースの粘度を目安に調合した。図2の結果から、醤油添加多糖として最も優れているJPを湿重量で25%、すなわち乾物重量に換算して1.0%の濃度になるように添加した。JPは優れたテクスチャーを示すが^{7) 8)}、粘性が低いため、更にCARやARAの添加が必要であった。CAR及びARAの調合においては醤油の香りや風味が失われないように加熱を低く抑制する必要がある。前記のように、それぞれの溶解温度で多糖溶液を作り、CAR及びARAの調合割合を図3のように7種類とし、粘度を調べた。JP添加醤油区は市販の大豆醤油50ml、JP湿重量25%及び前記のCAR、ARAの調合多糖水溶液50mlを40℃に調整してから混合した。JPを添加しない対照区はJPの代わりに同量の水を用い、

CAR及びARAの数段階の調合割合を同じにして、JPの有無、CAR、ARAの相互の粘度への影響について検討した。一方、市販減塩醤油の減塩方法は食塩の代わりに塩化カリウムが多く含まれ、塩味効果が高められている。食塩濃度は濃い口醤油の半分の8%程度であるが、アミノ酸や旨味等の他の成分濃度は概ね濃い口醤油の成分に近い。本実験の粘性減塩醤油においては、一般的減塩醤油の食塩濃度と同じく8%の食塩濃度になるように、濃い口醤油を前記の調合多糖溶液で希釈した。塩味強調のためには塩化カリウムを使用せず、酸性多糖のPECを用いた。塩味は表1の官能試験結果からPEC3.0%溶液を5ml加えた、すなわちPEC濃度は0.15%が醤油の塩味を高めることとした。予備実験において、JP、CAR及びARAの混合が粘性を高めることを確かめたことから図3のような混合割合で相乗効果的な粘度を調べた。粘度はB型粘度計を使用し、ミリンドルNo4・rpm12を用いて20℃で測定した。JPの有無にかかわらず、CAR及びARAの両糖において添加量が高いほど粘度が高かったため、CAR濃度が最も高い0.60%を基準に、ARAの最も高い0.38%と、ついで高い0.30%の調合割合を選び、さらに醤油における旨味、塩味、苦味、甘味、舌触りの官能的五項目について、添加効果を検討した。官能試験は水で1/2希釈した醤油を基準にして前記¹⁰⁾と同様に行った。10人のパネラーにそれぞれ-3～+3点の範囲で1点刻みの7段階評価を行った。

結 果

1. ジュン菜粗精多糖の抽出

粘性減塩醤油添加成分のジュン菜多糖抽出液から凍結乾燥までの精製プロセスを図1に示した。ジュン菜2000gから多糖抽出液707gが得られ、粗精多糖として

250g、凍結乾燥した部分精製物として25gが得られた。粗精多糖の水分含量は多糖抽出液707g当り凍結乾燥後の重量25gから算出し、96.5%とした。

2. ジュン菜粗精多糖及びカラジーンナの粘度

JP、CAR及びARAの各濃度における粘度は図2に示した。それらの含有量と粘度の関係は濃度が高まると粘度は等比級数的に高まった。1.0%の同濃度ではCARの粘度はJPに比べ約5倍も高かった。ARAはWood等の引用データ⁹⁾を示したが、向上傾向は同様であり、濃度と粘度との関係は前2者よりも低く、大差であった。

3. ジュン菜粗精多糖、カラジーンナ、アラビアガム及びペクチンの官能試験

JP、CAR、ARA及びPECの官能試験の結果は表1に示した。本実験に使用したJP、CAR及びARAは酸味、苦味及び臭いはなく、PECは苦味及び臭いは感知されなかったが、酸味は感知された。これらの味はいずれも、醤油の味覚に悪影響を及ぼすものではなかった。旨味はJP及びARAにおいて識別され、CAR、PECでは感知されなかった。官能的粘性はCARが他3者に比べ評価が高かった。これらの結果から、これら4者は醤油添加物として問題が無いと判断された。

表1 ジュン菜粗精多糖、カラジーンナ、アラビアガム及びペクチンの官能試験

多糖類	酸味	苦味	臭い	醤油との調和	粘性
ジュン菜粗精多糖	なし	なし	なし	旨味	低粘性
カラジーンナ	なし	なし	なし	変化なし	中粘性
アラビアガム	なし	なし	なし	旨味	低粘性
ペクチン	あり	なし	なし	変化なし	低粘性

10人のパネラーによる

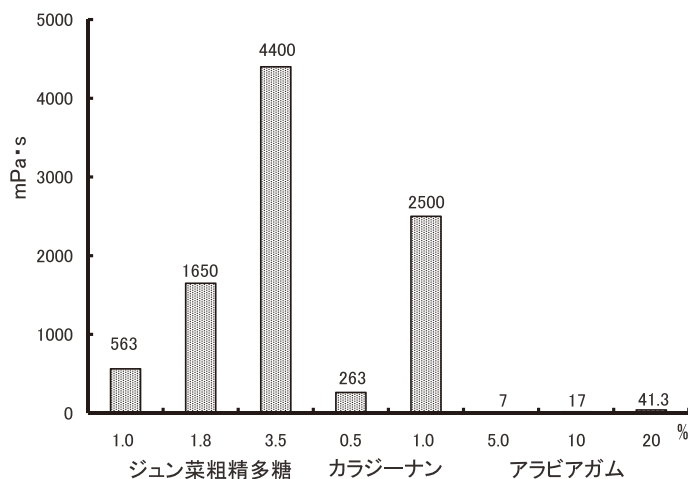


図2 ジュン菜粗精多糖、カラジーンナ、及びアラビアガムの粘度

4. 醤油における酸添加量と塩味強調効果

減塩による塩味低下の問題は表2の醤油における酸添加量と塩味強調効果、及び表3の醤油における酸の種類と塩味強調効果によって検討された。塩味が強く感知されるPEC 3.0%及び各酸 1.0%の添加量は、PECに関しては4ml、5ml及び6ml、すなわち0.12%、0.15%及び0.18%がいずれも同じ人数であった。クエン酸は4mlすなわち0.04%が最も多い7人で、5mlの0.05%以上では少なくなった。リンゴ酸は5mlの0.05%が最も多い5人であり、4mlの0.04%が4人であった。酢酸は3mlから6mlまで、すなわち0.03%から0.06%まで分散した。これらの酸の官能試験の中から、パネラーが最も強く塩味を感じた溶液を選んだのが表3である。PECが4人と最も多く、次いでクエン酸が3人となった。しかし、PECは濃度別にみると全濃度に一人ずつ分散され、味覚に対する作用は4mlから6mlまで、すなわち0.12%~0.18%まで続き、PECの塩味の呈味の幅が広いことが示された。これは唾液の緩衝能によって、高分子の酸性基が緩衝作用を受けにくいことを示唆していると考えられた。リンゴ酸及び酢酸は0.03%及び0.04%で塩味が識別され、0.05%以上では塩味の呈味はないことが示された。このような結果から酸としてPECを用いることで、塩味低下を補うことが可能と判断された。

表2 1/4 希釈醤油における酸添加量と塩味強調効果の官能試験〔人〕

酸の種類	添加量 (ml)			
	3	4	5	6
ペクチン	1	3	3	3
クエン酸	0	7	2	1
リンゴ酸	1	4	5	0
酢酸	3	2	3	2

10人のパネラーによる

表3 1/4 希釈醤油における酸の種類と塩味強調効果の官能試験〔人〕

酸添加量 (ml)	酸の種類			
	ペクチン	クエン酸	リンゴ酸	酢酸
3	1			1
4	1	1	1	1
5	1	1		
6	1	1		
合計人数	4	3	1	2

10人のパネラーによる

5. 粘性減塩醤油の作成及び粘性効果

粘性醤油の多糖類調合割合における総合的な粘性変化は図3に示したように、粘度はすべての多糖組み合わせ

においてJP添加醤油の方が無添加醤油より高く、又、CAR濃度が同じ場合、ARA添加量の多い方が粘度は高いことが分かった。本実験で最も粘性の高かった醤油は、乾物当たりJP1.00%でPEC 0.15%、CAR 0.60%、及びARA 0.38%の粘性醤油であり、粘度は739mPa・sであった。したがって、この調合割合を試作醤油とした。CARは耐塩性が低く、塩分によって容易にゲル化されるために粘性の低下が危惧されたが、図2のJP1.00%の粘度は563mPa・sであり、CAR 0.50%の粘度が263mPa・sであり、これらの粘度合計826mPa・sと比較して、試作的粘性減塩醤油の粘度はJP及びCARの粘度合計696mPa・sとなり、やや低い値が得られ、醤油における塩分によるゲル化の促進が粘度を低下させたと考えられる。粘性醤油の総合的な官能試験は図4に示した。CAR濃度が0.60%と同じではARAの添加量の多い方が塩味と甘味が増加していた。この甘味は、減塩醤油におけるコクを補う上で、重要な働きを持っていると考えられた。試作的調合醤油はいずれも同傾向を示したが、苦味を除いて、水のみによる1/2希釈醤油とはかなり差があった。特に舌触りが調合醤油は+6~+8の評価であったのに対し、水1/2希釈醤油は-25と大差があった。2通りの調合醤油の中ではARAの0.30%に比べ0.38%の方が旨味¹²⁾はやや低いが、苦味は同じと評価され、これ以外の塩味、甘味及び舌触りの3成分の指数においてやや高いことから、ARAは0.38%の方がよいと判断された。

考 察

粘性醤油の作成においては、調合すべき個々の多糖の物理的特性及び醤油との相性について検討することが重要である。本実験で選ばれたJP、CAR及びARAの外に、グアーガム、アルギン酸、寒天、ゼラチン等についても粘性、温度特性及び無機塩の存在下での多糖の化学的な変化について調べ、さらにそれぞれの多糖の味覚的な性質について官能試験等も行い検討した。醤油は香り、風味などのに感覚的味覚で構成されており、減塩醤油を作る場合¹³⁾、添加物は品質を低下させないようにできるだけ無味、無臭の性質を兼ね備え、その上、ミネラルの存在下でも物性に変化がなく、温度の変化にも影響を受けない性質が求められる。

本実験では図2に示すように、CRA1.0%濃度の粘度は非常に高くJP及びARAの粘度は低く、JP1.0%と比べると5倍以上の差がある。それぞれの多糖は単独では、CRAの粘度の高さやARAの粘度の低さなどの性質が示されるが、混合された多糖溶液の中では、粘性の低いARAの粘度が0.05%程度変化しても、粘度は約2倍近く増加している。これは、それぞれの多糖が影響しあい、混合多糖による複合的な構造になっていることを示唆し

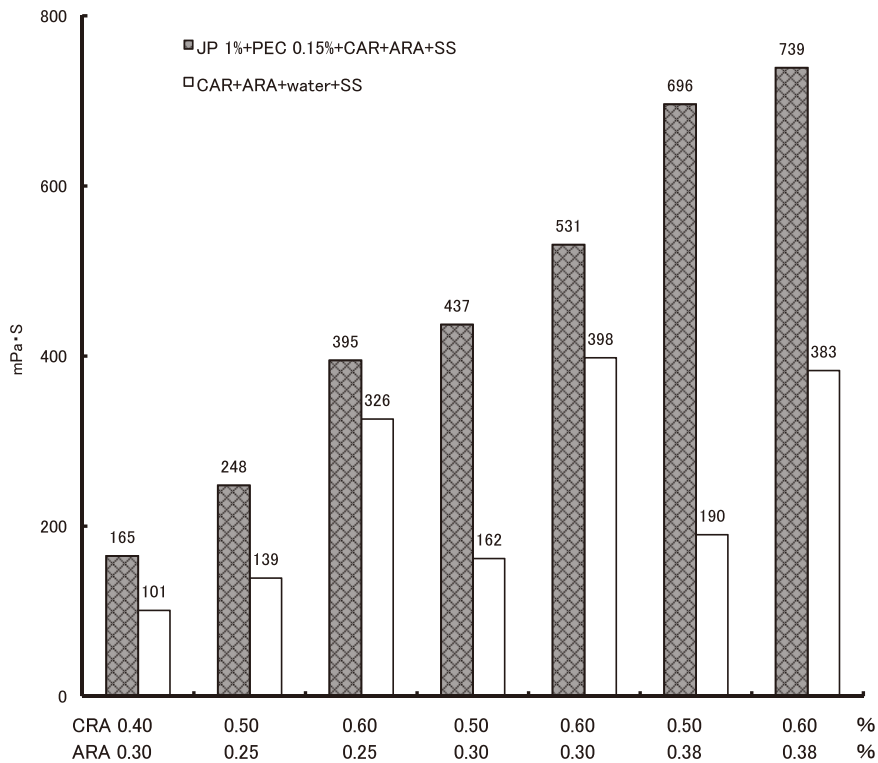


図3 ジュン菜粗精多糖の有無とペクチン 0.15%添加醤油におけるJP、CAR及びARA濃度と粘度の関係
 JP：ジュン菜粗精多糖 CAR：カラジーン ARA：アラビアガム SS：1/2 希釈基準醤油

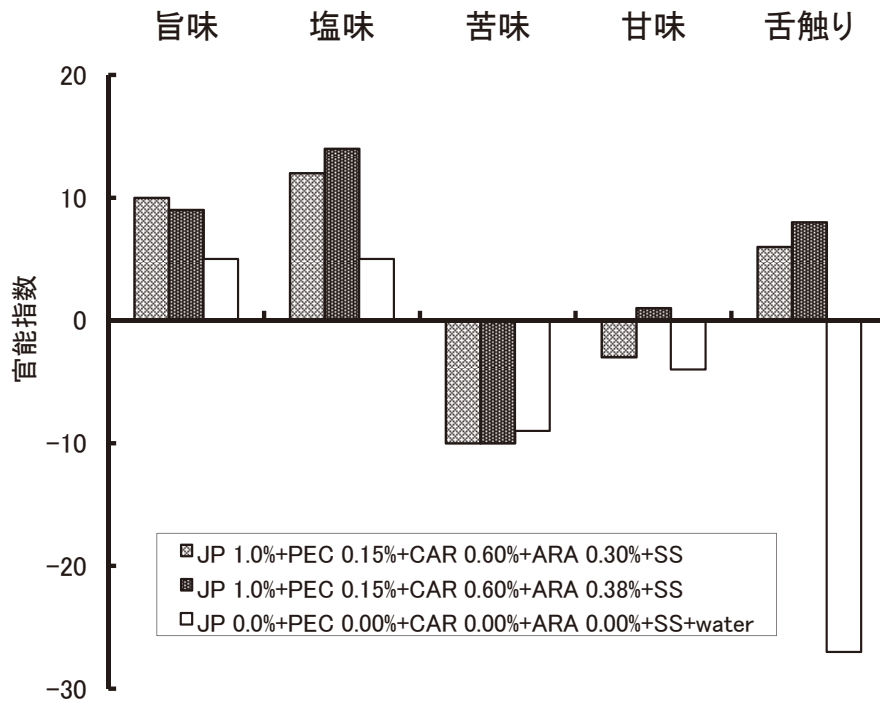


図4 JP1%、PEC 0.15%共通添加の多糖調合醤油と無添加 1/2 希釈基準醤油の官能指数比較
 JP：ジュン菜粗精多糖 CAR：カラジーン ARA：アラビアガム PEC：ペクチン
 □：SS：1/2 希釈基準醤油

ている。

一方市販されている減塩醤油は、減じた塩の味覚を補うために塩化カリウムが添加されている。本実験では、

無機塩を使用する代わりに、酸の添加により減じた塩の味覚を補うことを考えた。酸にはリン酸二水素一ナトリウムをはじめ、様々な物質が存在するが、調味料等によ

く利用されている有機酸を選択した。供試された酸の中では、PECは低分子の有機酸よりも広い濃度範囲で、塩味強調効果があり、減じた塩の味覚を補うことができた。これまで、酸により塩味を効かせることは古くから知られていたが¹¹⁾、多糖類を用いることにより、より強く塩味を効かせるという報告はない。酸の添加物として多糖を使用することは塩味強調効果を高め、塩分摂取を抑えたい人にとって、食欲増進の副次的な効果が期待された。

減塩醤油のもう一つの問題は、本実験の醤油のように多糖溶液で2倍希釈している場合、薄れていくコクをどのように補うかであったが、しかし、JPは醤油に旨味を与えたために、醤油のコクの低下を補うことができることが分かった。ARAも旨味を有したが、構成糖に類似性のあることが旨味に関係していると推測された。

以上のことから本研究で考えられるジュン菜粗精多糖による粘性減塩醤油の調合割合は、濃い口醤油 1/2 希釈において、乾物当りでJP1.00%、PEC 0.15%、CAR 0.60%、及びARA 0.38%の調合であった。嚥下障害者用に市販されている多くの食品には増粘剤としてデキストリンが用いられており²⁾、デキストリンの分子構造は直線状をとる³⁾ことが付着性を大きくしており、喉ごしはあまり優れてはいないと考えられる。今回使用したJPは低粘性であり⁷⁾、CARは中間的粘性である。ARAの分子構造は水溶液中で球状の構造をとることから水に接する面積が小さく粘性は低い。これら供試多糖溶液は温度変化に対して安定した物性を示し、調合は容易である。食物繊維としても、腸内細菌¹⁴⁾による分解も極めて低いことから、整腸作用が高いなど、嚥下障害のある高齢者にも安心して利用される多糖と考えられる。試作された粘性減塩醤油の食物への添加は、食べ物を飲み込みやすくさせ、塩分と糖分の摂取量を抑え、血中コレステロールの低下など、健康的な調味料になると考えられる。

(平成22年2月19日)

引用文献

- 1) 藤谷順子：接食・嚥下障害とは。嚥下障害の理解とケア（第一版）。向井恵美，鎌倉やよい。P14~25. 東京：学研。2003
- 2) 高橋智子，大越ひろ：増粘剤の利便性。栄養学雑誌：P253～262. vol 55 (No5). 1997
- 3) 1 國崎直道・佐野征男：レオロジーの基礎。食品多糖類。P36. 東京：幸書房。2000
- 4) 河盛隆造：糖尿病。新臨床栄養学（第一版）。岡田正，馬場忠雄，山城雄一郎。P342～350. 東京：医学書院。2007
- 5) M.Y.Morgan：肝胆道系疾患の栄養代謝に及ぼす影響。ヒューマン・ニュートリション（10版）。JS Garrow, WPT James, A Ralph. 細谷憲政。P601~602. 東京：医歯薬出版。2000
- 6) 土井邦紘・辻 啓介：食物繊維。（第一版）。P10～40. 東京。朝倉書店。1979
- 7) 蓮井裕二・油川智子・金濱鶴子・福井 翠：ジュン菜多糖の研究。東北女子大学・東北女子短期大学紀要。39号：P21～27. 2000
- 8) M.kakuta, A. misaki：Polysaccharide of Junsai (Brasini schreberi J.F.Gmel) Mucilage：Costitution and Linkage Analysis. Agric. Biol. Chem. 43 (5). P993~1005. 1977
- 9) F.W. Wood “Food Texture and Rheology”. Academic Press. P26 .1979
- 10) 古川秀子：食品官能検査の実際。おいしさを測る（第4版）。P20～89. 東京：幸房。2001
- 11) 大田静行：減塩調味の知識（第一版）。P62～67. 東京：幸書房。1993
- 12) 大田静行：旨味調味料の知識（第五版）。東京：幸書房。1999
- 13) 水沼武二，井口信義：醸造学。山内文男，大久保一良：大豆の科学（第八版）。P92～103 東京：朝倉書店。2003
- 14) 光岡知足：腸内フローラ機能と機能性食品。腸内フローラと健康（第一版）。P145～165. 大阪：学会出版センター。1998

Studies of Functional Low Salt Soy Sauce with Viscosity from Polysaccharides of Junsai (*Brasenia Schreberi* G_{MEL})

Yuji Hasui¹⁾ Kouji Toyokawa²⁾

- 1) Hirosaki University of Health and Welfare Junior College
(3-18-1 Sanpinai Hirosaki, Aomori 036-8102 Japan)
- 2) Hirosaki University of Health and Welfare
(3-18-1 Sanpinai Hirosaki, Aomori 036-8102 Japan)

Summary

Aging influences a lot of bodily functions and recently, the number of those who have the swallowing difficulty due to sequelae of arteriosclerosis and the cerebrovascular disorder that causes a lifestyle-related disease increases. In this study, We determined to develop the viscous soy sauce of low salt that these patients are able to use relievedly. We studied viscosity of polysaccharides of Junsai (*Brasenia Shreberi* Gmel), carrageenan, arabiagum, and chose the acid goup that increased a salt taste and practiced sensory test .As a result,we developed viscous soy sauce and chose acid materials that achieved a high effect of saltiness .We developed viscous soy sauce with wet weight 25% (dry weight1.0.%) of polysaccharides of Junsai and then with carrageenan 0.6% ,arabiagum0.38% and composed pectin 0.15% that achieved a high effect of saltiness in the semi-thick soy sauce. In this soy sauce, we made viscosity of it 739 mPa · s,

Key words : polysaccharides, low salt soy sauce, viscous soy sauce, arteriosclerosis, swallowing difficulty

正 誤 表

(弘前医療福祉大学紀要 第1巻第1号)

		誤	正
頁	行目		
目次	10行目	入院した <u>児</u> と健常児をもつ母親	入院した <u>児</u> をもつ母親と健常児をもつ母親
目次	23行目	急性 <u>単</u> 離	急性 <u>単</u> 離
16	左段30行目	Consortium for,	Consortium for <u>Frontotemporal Lobar Degeneration.</u>
17	左段1行目	土屋	土谷
17	左段2行目末	への展望.	への展望. <u>臨床神経学 49:783-785, 2009.</u>
19	右段1行目	<u>Dementia Japan</u>	削除
19	右段6行目	分類. 22: 231-237, 2008.	分類. <u>Dementia Japan 22: 231-237, 2008.</u>
20	右段6行目	<u>et al.</u>	<u>Cookson N, Ishizawa T, Hutton M, de Silva R, Lees A, Dickson DW.</u>
83	4行目	<u>Department of Nursing, Faculty of Health Science</u>	削除
83	6行目	<u>Department of Nursing, Faculty of Health Science</u>	削除