

超高たんぱく介護食の開発

大製罐株式会社 メディカルサイエンス部 エバースマイル開発室 馬鳥裕史

1. はじめに

高齢になると消化器管等の様々な疾患による基質の原因によるものや、飲み込む機能や味や香りを感じる機能の低下といった機能的原因により食欲低下が起きやすくなり、食事の摂取量が低下する。そのような状態が継続すると栄養状態が悪化し、体重の低下が起きる^[1]。摂取するタンパク質量が不足することでサルコペニアやフレイルといった状態になると免疫力も下がり^[2]、誤嚥性肺炎も発症しやすい状態となる^[3]。一方でもし食欲低下が起きた時に、わずかな量でも高栄養価の食事を摂取できれば栄養状態も悪くなることはなく、衰弱せずに健康な状態を維持しやすいと思われる。

このような背景から少量で高栄養価な食品には需要があると考えた。栄養素の中でもタンパク質はサルコペニア等にならないための重要な要素であるため、タンパク質を多く含んだ介護食の開発を行った。一般的な介護食品の含むタンパク質量よりも、かなり高濃度なタンパク質量（濃度15%以上）を目指したため、“超高たんぱく介護食”と呼ぶこととした。

2. 市販介護食のタンパク質濃度

市販の介護食にはタンパク質含量の高い製品は

第1表 代表的なタンパク質含量の高い介護食

代表的な製品	容量	価格※ (円/個)	カロリー (kcal/個)	タンパク質量 (g/個)	タンパク質 濃度(%)
高齢者用栄養補給ゼリーA	66g/個	172	150	3.0	4.6
高齢者用栄養補給ゼリーB	125mL/個	310	200	7.5	6.0
高齢者用栄養補給ゼリーC	100mL/個	418	400	14.0	14.0

※ 2025年1月13日 Amazon 価格調査による

多くあり、最もタンパク質濃度の高い製品は高齢者用栄養補給ゼリーCの14%であった（第1表）。

日本食品標準成分表によると牛乳のタンパク質は3.3%、豆腐（木綿）で7.0%、牛肉（肩ロース）で16.5%、マグロ（赤身）で26.4%であり、高齢者用栄養補給ゼリーCの14%という数値がかなりの高タンパクというのがわかる。乾燥させた食品や何らかの濃縮されたような食品以外で、最もタンパク質含有量が多い食品は豚ヒレ肉（焼き、大型種肉）で、39.3%もある^[4]。

豚ヒレ肉を超えるようなタンパク質濃度は難しいと思われるので、市販介護食の最も高いタンパク質濃度の14%を超えるような超高たんぱく介護食を目指し、試作を行った。

3. 超高たんぱく介護食の試作 ータンパク質原料選定ー

食欲のない方でも食べやすくするために食品の形態はデザート様のものを想定した。デザート様な食品と考えると高タンパク質にするために肉とか魚とかの高たんぱく食品を入れるのではなく、風味に癖が少ないタンパク質の粉末原料を用いる必要性があった。超高たんぱく介護食を作るためにはかなりのタンパク質原料を含有させなければならぬため、タンパク質原料の溶解性について調査を行った。

簡易的な溶解テストの結果、代表的なタンパク質原料である乳タンパク質や、大豆タンパク質の溶解濃度の限界はそれぞれ9%、15%程度であり、これらのタンパク質原料を用いても市販介護食品のタンパク質濃度の14%を大きく超える製品は作製不可能であることがわかった。一方で、タンパク質原料としてコラーゲンペプチドを用いた場

第2表 タンパク質原料と溶解濃度

タンパク質原料種類	限界溶解濃度 (%) ※	備考
ホエイ粉末 (乳タンパク)	9	ホエイ粉末原料の中で溶解性の良い物
大豆タンパク粉末	10～15	独特の大豆臭
コラーゲンペプチド粉末 (豚由来)	≥ 50	独特のコラーゲン臭

※水に対してどの程度溶解するか簡易的に確認

合では50%以上という高い濃度まで溶解できることがわかった (第2表)。

そのため、タンパク質濃度を確保する主原料としてコラーゲンペプチドを用い、試作検討を進めることとした。

コラーゲンは生物の皮膚や骨、^{うろこ}鱗などにあるタンパク質で、このコラーゲンを酵素などで分解したものがコラーゲンペプチドになる。コラーゲンペプチドの主要なものには魚由来のフィッシュコラーゲンペプチドと豚由来の豚コラーゲンペプチドがあり、それぞれに特有のコラーゲン臭がある。今回いろいろと入手できたコラーゲンペプチド原料の臭いを比べて、臭いの少ないものとして豚コラーゲンペプチドを選定し、さらにその中でも臭いの少ない製品であるコラーゲンペプチド原料Pを使用して検討を進めた。

4. 超高たんぱく介護食の試作 —アミノ酸スコア調整—

コラーゲンペプチドにはタンパク質原料として大きな欠点があり、アミノ酸スコアが非常に低い。アミノ酸スコアとはタンパク質の栄養価を示す指

第3表 代表的なタンパク質含量の高い介護食

必須アミノ酸	アミノ酸含有量 (mg/g)	アミノ酸評定パターン 当該アミノ酸含有量 (mg/g)	アミノ酸のスコア (第1制限アミノ酸は赤字)
ヒスチジン	6.70	18.0	37.22
イソロイシン	12.00	31.0	38.71
ロイシン	29.00	63.0	46.03
リシン	36.00	52.0	69.23
含硫アミノ酸 (メチオニン、システイン※)	8.50	26.0	32.69
芳香族アミノ酸(フェニルアラニン、トリプトファン、チロシン※)	23.00	46.0	50.00
トレオニン	20.00	27.0	74.07
トリプトファン	0.08	7.4	1.08
バリン	27.00	42.0	64.29

※システイン、チロシンは非必須アミノ酸 ・豚ゼラチンとしての数値 <アミノ酸スコア算出方法>
第1制限アミノ酸含有量(mg/g)÷アミノ酸評定パターン当該アミノ酸含有量(mg/g)×100

標で、体内で生成できない必須アミノ酸の必要な割合をどれだけ満たしているかを示している。アミノ酸スコアが100に近いほど理想的なタンパク質源である。例えば肉類や卵、牛乳は100で、米は93、食パンは51である [4]。

今回使用した豚コラーゲンペプチドのアミノ酸スコアは全ての必須アミノ酸で100を切っていて、とりわけトリプトファンのアミノ酸スコアは非常に低く1.08であり、体内でのタンパク質合成に利用しにくい問題がある (第3表)。

このアミノ酸スコアの低さを、不足分の必須アミノ酸を添加することで改善し、体内で利用しやすい形にすることを検討した。

5. 超高たんぱく介護食の試作 —試作調整—

豚コラーゲンペプチドと各種の必須アミノ酸を用いてタンパク質濃度46%のババロア様の超高たんぱく介護食を試作した。これら原料以外に味を調えるための酸味料・甘味料と固めるための卵白・ゲル化剤を使用し、よく攪拌・溶解してスチームで加熱し凝固させた (第1図)。

出来上がったものを試食したところ、必須アミノ酸由来の強い苦味と、高濃度コラーゲン由来のべたつき感が強く、高齢者によくある嚥下障害の方への食事として不適當であるという2つの問題点があった。

6. 超高たんぱく介護食の試作 —アミノ酸の風味対策①—

必須アミノ酸それぞれの味や臭いを調査したと



第1図 コラーゲンペプチドと必須アミノ酸を用いたタンパク質濃度 46%のババロア様デザート介護食

ころ多くの種類に特有で不快な味や臭いがあり、これらをコントロールする必要があった。一般的な方法として、味は甘味料などでマスキングし、臭いは香料などでマスキングする方法があり、これらの利用を試みたが、一定の効果はあるものの苦味や特有の臭いを許容レベルに抑えることは出来なかった。

これまでの試作ではコラーゲンペプチドを50%濃度（タンパク質濃度として46%）で検討してきたが、コラーゲンペプチド40%に低減させて作製すればアミノ酸スコアを調整するために添加する必須アミノ酸量も減り、不快な味や臭いが抑えられると考え、試作を行った。その結果、予測とは異なり、より不快な味や臭いが強くなってしまった。これはコラーゲンペプチドの量を減らしたことで水分量が増えて必須アミノ酸がより多く溶解したことによるものと推定された。

添加している必須アミノ酸の全てが完全に溶解しているのではなく、部分的に残存し分散している状態であることが推測された。この推測からコラーゲンペプチド濃度をさらに上げることで、添加した必須アミノ酸の多くが分散状態になり、必須アミノ酸の不快な味や臭いが低減できるかもしれないと考え、コラーゲンペプチド濃度を55%、60%に上昇させた試作を試み、官能評価を行った結果、コラーゲンペプチド濃度を上げてても味や臭いに大きな変化は起きなかった。そしてコラーゲンペプチドの濃度を上げたために高い粘度となり、攪拌することが困難になった。

そのため、コラーゲンペプチドの濃度は50%程度が最適で（第4表）、この時の水分量が風味や粘度の最もバランスのよい割合だと考えられた。

第4表 コラーゲンペプチド濃度によるアミノ酸の不快な味と臭いの変化

コラーゲンペプチド濃度 (%)	アミノ酸の苦みや不快な臭いの感じ方	備考
40	50%濃度より強い	—
50	コントロール	—
55	50%濃度と同程度	粘度が高すぎて調合が難しい
60	50%濃度と同程度	粘度が高すぎて調合が難しい

7. 超高たんぱく介護食の試作 —アミノ酸の風味対策②—

第1表で示したような高齢者用栄養補給ゼリーは栄養化が高い。市販介護食は比較的高カロリーのものが多く、今回開発している超高たんぱく介護食もさらなる栄養化アップを検討した。栄養価を上げるために油脂分（サラダ油）を10%添加したところ（油脂を10%添加したため、水分量を揃えるためにコラーゲンペプチド濃度は10%下げて、40%に調整した）、必須アミノ酸の不快な味や臭いは低減した。また油脂分の添加で流動性のある成分が増えたためか、べたつきも改善した。単純にコラーゲンペプチドが10%減少し、それに伴い添加する必須アミノ酸量が少なくなっただけでは説明がつかないほど風味に変化があった。何故、風味がよくなったのかは判明しておらず、今後の課題である。

8. 超高たんぱく介護食の試作 —アミノ酸の風味対策③—

配合内の水分量コントロールによるアミノ酸の不快な味や臭いのコントロールと、油脂分の添加によりかなり風味は改善された。しかしながらまだアミノ酸の不快な味と臭いを感じるため、さらなる改良を試みた。

苦味があっても自然な味の食品に近づけることで違和感がない風味にならないか検討を行った。試したのはチョコレート味で、今までに試作してきた配合にチョコレート香料を用いて香りを近づけ、カラメル色素で色味を調整し、乳化油脂で味を調えた。官能評価を行ったところ、苦味の違和感は減少し、不快な臭いの感じ方も減少した（第



第2図 チョコレート風味の超高たんぱく介護食

2図)。

これらの様々な技術を組み合わせることで、タンパク質濃度が36.8%，アミノ酸スコアは100のチョコレート風味の超高たんぱく介護食の基礎的な配合が完成した。

9. 超高たんぱく介護食のテクスチャー

出来上がった試作品の物性を評価するために、テクスチュロメーターを用いてテクスチャープロファイルアナリシス (Texture Profile Analysis : TPA) を行った。結果を第5表に示す。また介護食の基準の参考として消費者庁が出している「嚥下困難者用食品」の規格を第6表に示す。

嚥下困難者用食品の規格と照らし合わせると、硬さおよび凝集性に関しては許可基準IIレベルであるが、付着性に関しては許可基準IIIレベルと

第5表 超高たんぱく介護食のTPA結果

項目	結果
硬さ	$1.19 \times 10^4 \text{ N/m}^2$
付着性	$3.04 \times 10^3 \text{ J/m}^3$
凝集性	0.54

第6表 嚥下困難者用食品規格

規格	許可基準I※1	許可基準II※2	許可基準III※3
硬さ (一定速度で圧縮したときの抵抗) (N/m ²)	$25 \times 10^3 \sim 1 \times 10^4$	$1 \times 10^3 \sim 1.5 \times 10^4$	$3 \times 10^2 \sim 2 \times 10^4$
付着性 (J/m ³)	4×10^2 以下	1×10^3 以下	1.5×10^3 以下
凝集性	0.2 ~ 0.6	0.2 ~ 0.9	-

※1均質なゼリー状 ※2均質なゼリー・プリン・ムース状
※3不均質なものを含む、まとまりの良いおかゆ、やわらかいペースト状又はゼリー寄せ等の食品
引用：消費者庁資料「えん下困難者用食品ってなに？」より抜粋

なったため総合判定としては許可基準IIIとなる。

付着性をさらに下げることが出来れば許可基準IIに入る物性になり、より嚥下の状態の悪い方でも摂取できる物性になる^[5]。

10. おわりに

今回、市販品にない超高たんぱく介護食の開発に挑戦し、基礎的な配合を作り出せた。アミノ酸スコアの低さを補うために添加する必須アミノ酸由来の障害が多くあったが、様々な方法を組み合わせることでクリアすることが出来た。この基礎処方元を、工業生産に移行する際は、その水分の少なさに起因する多くの問題発生が予測される。

例えば少ない水に多くの粉体原料を投入するので、粉体原料が舞ってしまうことや、ダマになってしまうことなどが容易に想像できる。

それらがうまく解決し、製品として完成すれば、高齢者のQOLを上げる製品として利用される可能性があり、そうなることを願っている。

参考文献

- [1] 令和元年国民健康・栄養調査結果の概要 (厚生労働省)
- [2] 大森慶太郎, 大毛宏喜. 低栄養患者における感染症. 日内会誌, 2019年 108: 2291 ~ 2296
- [3] 若林秀隆. リハビリテーション栄養の視点で考える誤嚥性肺炎予防. 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌, 2020年 第29巻 第1号 81-86
- [4] 日本食品標準成分表2020年版 (八訂) (文部科学省)
- [5] 山縣誉志江ら. 官能評価による特別用途食品えん下困難者用食品許可基準 (案) の検証. 日摂食嚥下リハ会誌 14 (1): 17-26, 2010