

共同研究年報

高齢者の継続雇用の条件整備のために

平成14年度

職務再設計



能力開発



健康管理



人事・賃金管理



独立行政法人



高齢・障害者雇用支援機構

Japan Organization for Employment of the Elderly and Persons with Disabilities (JEED)

共同研究番号 [共-14-08]

職務再設計

フィッシュコラーゲンの製造技術開発による 高齢者雇用機会の創出に関する調査研究

株式会社カネモト海産

所在地 千葉県山武郡九十九里片貝6928-108

設立 昭和33年

資本金 1,000万円

従業員 28名

事業内容 冷凍魚類(鯛・蛸など)水産品の一次加工

研究期間 平成14年6月～平成15年3月

【研究責任者】	子安 貞之	カネモト海産(株)	専務取締役	技術担当
【外部研究者】	榎本 眞三	千葉工業大学	プロジェクトマネジメント学科	教授
	柴田 充弘	千葉工業大学	工学化学科	教授
【内部研究者】	杉山 英男	カネモト海産(株)	常務取締役	技術担当
	大木 照子	カネモト海産(株)		コラーゲン製造担当
	戸村征四郎	カネモト海産(株)		コラーゲン製造担当
	安川喜久次	カネモト海産(株)		コラーゲン製造担当
【事務担当者】	子安 文子	カネモト海産(株)	事務課	庶務担当
【経理担当者】	高山 英子	カネモト海産(株)	事務課	経理担当

I. 研究の概要

1. 研究の背景・目的	212
(1) 事業の概要	212
(2) 高齢者の雇用状況	212
(3) 研究の背景・課題	212
(4) 研究のテーマ・目的	212
(5) 研究の体制と活動	213
2. 研究成果の概要	213

II. 研究の内容と結果

1. 現状調査・分析	215
(1) 原料の調達とその問題点	216
(2) 生産プロセス	216
(3) 生産システム	216
(4) 作業環境	216
(5) 製品特性	216
2. 問題点の改善案の策定	219
(1) 原料調達の問題点の改善	219
(2) 生産プロセスの問題点の改善案	220
(3) 生産システムの開発の改善案	220
(4) 作業環境の問題点の改善指針	222
(5) 製品特性の問題点の改善	223
3. 改善案の実施とその評価	223
(1) 原材料とその品質確保のための調達方法の確立	223
(2) 自然環境を考慮した生産プロセスとその技術開発	223
(3) 高品質・高生産性を図る生産システムの開発	224
(4) 高齢者に適合する生産環境の確立	226
(5) 研究成果の他分野への適合性の検討	230

III. まとめ

1. 研究成果利用による高齢者雇用機会の創出と雇用制度の確立	234
2. 事業確立と高齢者雇用機会創出の今後の展開	234

I. 研究の概要

1. 研究の背景・目的

(1) 事業の概要

当社は、昭和33年に資本金100万円で株式会社として設立され、現在従業員50名、資本金1,000万円の中小企業である。事業内容は設立当時は当地の九十九里沿岸で捕れる鯛を鮮魚として、主に首都圏の消費地への提供や鯛を原料としたみりん干等の加工品を全国の消費地へ提供してきたが、現在、海産物問屋として、主に鯛セミドレスや冷凍蛸唐揚げなど海産物の冷凍・冷蔵食品の製造・販売を行う他、最近では、安定した企業活動を実現するために地域の生協を顧客とするための営業展開を積極的に進めている。特に、地域社会に貢献する企業を目指し、地域の高齢者や身体障害者の雇用に努力してきている。

しかしながら、当社が扱う製品原料は、鮮魚であることから企業実績は漁獲高、すなわち天候に左右されることが大きい。また、近年の国際情勢などにより原料の入手が不安定なこともあり、企業経営自体不安定な状況となっている。このような不安定要素の多い企業形態から、優れた技術に裏づけられた自社製品を製造できる安定した企業形態を実現するために、企業経営の変換が急務の課題となっている。

(2) 高齢者の雇用状況

当社は、これまで企業活動をとおして地域社会に貢献するため、55歳以上の高齢者の雇用促進の実現に努力し、当地の同業種他企業に先駆けとして高齢者に適合した職場環境の整備を図るため、高齢者作業の自動化を推進してきた。現在、当社の定年は70歳に定められている。この年齢は当社の高齢者が他の企業と比較して10年間も長く勤務することを可能にしており、高齢者の定職率の拡大に繋がって、当社における55歳以上の高齢者は17名となっている。高齢者従業員数の全従業員数

に占める割合は約30%で65歳以上の高齢者は5名在籍している。今後は、全ての従業員が70歳まで現役で安心して働けるように、事業の変換と作業環境の改善を推進してゆく方針で経営にあたっている。そして、このことが、少子高齢化社会の中で当社の企業経営をとおして地域社会に貢献できる重要な一つの選択肢であると考えている。

(3) 研究の背景・課題

健全な企業活動を持続的に確保するために、重要な経営資源の一つである優れた人材の確保・育成は、いずれの企業においても重要な課題である。特に、当社においては、地域労働者の高齢化、水産加工業に対するマイナスイメージなどから、若年労働者の確保は大変難しい状況にある。このような地域特性を企業活動に有利に転用するため、当社は、昭和50年前半から主要労働力として、高齢者の活用を図る必要性を充分認識し作業環境の改善、70歳定年制の導入などによる高齢者の確保や雇用の拡大に努力してきた。しかし、当社の主業務が鮮魚を主体とした食品の冷凍・冷蔵加工であることから、通常業務における当社の自助努力による高齢者の雇用機会の拡大は、既に限界に達してきている。

しかし、当社の企業理念である「雇用機会の拡大を通して地域経済の活性化を図り、地域に根ざした企業を目指す」ことを継続的に実施するためには、新規事業の展開などに伴う高齢者の雇用機会の拡大を図って行くことが、地域企業の責務であることを強く認識している。

(4) 研究のテーマ・目的

そこで、本研究では、新しく職域を開発のため、これまで産業廃棄物として処理してきた鯛の鱗を原料として、コラーゲンの抽出技術とその生産システムを開発することにより、企業活動の持続的安定のための企業転換を図

ると共に、地域高齢者の雇用機会の創出の拡大を図り、地域企業として社会に貢献することを目標とした。

(5) 研究の体制と活動

イ. 研究体制

当社においては、研究・開発資源である資金、技術、設備、人材、経験情報などが十分でない。そこで、図表1に示すように、ギブ研究員をキーにアウトソーシングにより研究・開発プロジェクトを組織した。

この体制の特長は、技術開発は勿論当社を中心に開発するが、研究・開発プロジェクトマネジメント経験の豊富な外部研究員を中心に、システム支援・製品評価支援を組織したことである。この体制は、当該技術の開発と平行して、研究成果を利用した製品製造における製品(顆粒化コラーゲン)の応用分野の特性、および生産システムの開発を行ったことにある。一方、研究統括責任者として社長、実施責任者として専務、内部研究者として4名からなる研究プロジェクトチームを発足させて実施した。

ロ. 研究活動

平成14年6月から平成15年3月までの10ヶ月間、外部研究者2名の先生方の指導や助言を受けながら、11回の研究会と延べ72回の研究活動を行った。具体的には、本共同研究は、次の5つのフェーズに分けられて実施された。

- ① 第1フェーズ：鯛鱗抽出適合プロセスの立案・設計
 - a. 現行作業の調査・分析
 - b. 現行プロセスとシステムの分析
- ② 第2フェーズ：生産システムの開発・導入
 - a. 設備の試作・導入
 - b. 研究設備の動作解析
- ③ 第3フェーズ：技術開発
 - a. 適条件の設定
 - b. 技術評価
 - c. 作業標準の策定
 - d. 作業標準書の作成

- ④ 第4フェーズ：新規事業の検討
 - a. 市場規模の検討
 - b. 生産システムの検討
 - c. 高齢者雇用の検討
- ⑤ 第5フェーズ：報告書の作成

2. 研究成果の概要

当社は、これまで鮮魚の加工・冷凍、冷凍食品の加工・販売を主業務として、企業活動を通して、高齢者の雇用機会の提供、教育機関への利益還元などを実施し、地域社会に貢献してきた。しかしながら、地域社会の急激な少子高齢化等の諸問題により、企業活動及び地域社会に対する貢献も減少傾向にある。このような社会問題を少しでも解決するため、あるいは社会貢献度を向上させるために、企業活動の効率的変換を図ることを計画し、本研究を実施することとした。また、本研究の成果により、高齢者のための職場雇用の創生の実現が可能となってきた。

本研究では、現在、鮮魚冷凍加工の前処理工程であるセミドレッシングで発生する鱗からコラーゲンを抽出する技術の開発を目的とし、さらに高齢者の職場創生については、本研究の成果として得られた技術を活用し、主に化粧品・食料品・健康飲料などに適合するコラーゲンの製造を行い、そして、この製造・販売を業務とするコラーゲン事業部を設置し、高齢者の雇用の促進を図った。

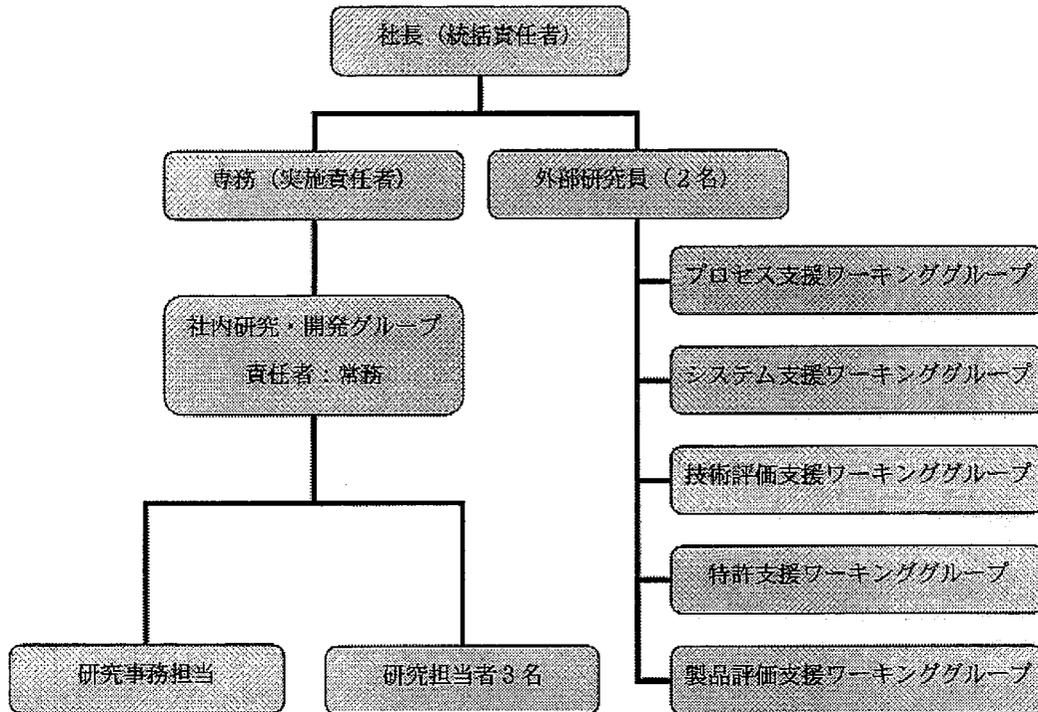
具体的には、自然環境を考慮したコラーゲン抽出プロセスとその製造システムが開発された。また、製造設備操作の高齢者に対する適合性も検討され、極力垂直作業を省き、そのほとんどを水平作業に転換し、高齢者に適合する作業環境が構築された。さらに、本研究の成果により、これまで廃棄処分されていた鯛鱗をコラーゲン製造原料として使用可能にしたことは環境問題の解決、新規事業の転換を可能にし、企業経営の向上が期待できるようになったばかりか、企業経営の改善は、企業活動をとおして地域経済への貢献を向上させることができることを強く認識できるよ

うになった。

一方、研究成果の市場性について言及すると、現在、本研究成果を利用して製造された

コラーゲンは、市場においてその優位性が証明され、上場企業数社からの引き合いがある。

図表 1 研究体制



Ⅱ. 研究の内容と結果

1. 現状調査・分析

このフェーズでは、鯛の鱗からコラーゲンを抽出する現行のマニュアル作成による抽出プロセス作業をビデオ撮影し、そのビデオからプロセスの分析を行った。また、現行プロセスによる製品の品質が安定しないので、製

品評価が困難であった。そこで、このフェーズの製品評価とコラーゲン製造のための適合条件設定のための実験を研究室レベルで実施した。ビデオによる現行プロセス、システム、及び動作分析を行った。写真1に現行プロセス分析写真を示す。



写真1 現状分析

(1)原料の調達とその問題点

現行の原料の自社内調達は、鯛のセミドレ作業で廃棄物となる鱗(原料)を冷凍させ、その冷凍鱗を購入している。一方、外部調達は、国内はもとより海外からも冷凍したものを輸入している。したがって、コラーゲン抽出作業まで、原料を自社の冷凍庫に保管する必要がある。この調達方法では、次の問題点が明らかになった。

- イ. 原料に鯛以外の鱗が混入しており、原料の品質の確保が難しい。
- ロ. 原料が冷凍されているため、その保管コストが高い。
- ハ. 抽出工程に至るまで解凍、洗浄、及び乾燥の工程が必要になり、原料必要時の即応性が低い。

(2)生産プロセス

現行の生産プロセスは、以下ようになる。

冷凍原料開封後自然解凍→原料水洗→原料塩酸浸漬→原料水洗→原料加熱(コラーゲン抽出)→コラーゲン溶液加熱殺菌・濾過→コラーゲン溶液自然冷却→コラーゲン溶液濃度調整→品質検査・保管。また、この現行プロセスにおいて、次の問題点が明らかになった。

- イ. 作業が全て手作業によって行われているので抽出条件、コラーゲン含有量などの生産プロセスと製品の繰り返し精度が低い。
- ロ. 塩酸を浸漬させ、加水分解してから、コラーゲン抽出を行っている。その結果、製品のPH(ペーハー)調整が必要になる。また、塩酸溶液を中性化してから廃棄することが法律で定められているので、廃液処理にコストがかかる。
- ハ. 製品に、魚独特の生臭さが残っている。
- ニ. 現在の当社製品は水溶液であるが、この状態では応用範囲が液状の製品に限られてしまうので汎用性が低い。

(3)生産システム

現行の生産システムは、全て手作業である。したがって、現行システムにおいて、以下の問題点が明らかになった。

- イ. 原料に多くの水分が含まれているので、実原料の重量が正確でない。したがって、製品濃度(コラーゲン抽出率)が不正確である。
- ロ. 作業標準が設定されていない。したがって、品質の安定確保が困難である。
- ハ. 製品が液状で出荷されている。したがって、製品腐敗の心配がある。

(4)作業環境

この項目の検討では、作業環境調査を中心としたものであるため、実際に雇用される高齢者が当該作業環境においてどのような疲労の蓄積、また、それが作業効率に与える影響などについての定量的解析は行っていない。

現行作業状況を写真2に示す。この写真の分析結果から、高齢作業によるコラーゲン抽出作業を考慮した場合、以下の問題点が考えられる。

- イ. 現行作業全体的に垂直方向の作業が多い。そのため、高齢者に腰痛などの職業病が発生し易いことが考えられる。
- ロ. 大きな柄杓を用いた反復作業では、高齢者の腕と腰に大きな負担が生ずる。
- ハ. 作業台の高さ、状況、配置などが高齢者に適していないため、作業のミスや事故につながることを予想され、危険である。
- ニ. 作業工程がマニュアル化されていないので作業者の安全性の確保、品質の確保、職場環境の向上などを図ることが難しい。以上の現行の生産プロセス、システム、および作業環境などにおける問題点をまとめると図表2のようになる。

(5)製品特性

ここでは、現行生産プロセスとシステムを用いて製造した、コラーゲン溶液についての特性を検討した。

イ. 分析項目と評価方法

現行の塩酸浸漬後に、煮沸によりコラーゲンを抽出する方法により製造された水溶液タイプの製品およびその工程途中サンプルの分析項目およびその評価方法は下記の

とおりである。

- ① 固形分濃度：水溶液サンプル約1.2gをアルミカップに入れ、熱風乾燥機により110℃で2時間乾燥させ、乾燥機から取り出したサンプルを5分間デシケーターの中に放置し、室温まで戻した。その後、直ちに質量測定を行い、固形分濃度(wt%)を求めた。同一サンプルを3回測定し、その平均値により評価した。
- ② Ca分：製品中のアパタイト含有量を評価するためカルシウム(Ca)分の分析を乾式灰化-ICP発光法により分析した。
- ③ 臭い：定量的評価は行わなかったが、定性的に嗅覚により判断した。
- ④ 透明度：定量的な評価は行わなかったが、定性的に目視により判断した。

ロ. 分析結果

- ① 固形分とCa分：この結果を、図表3にまとめて示す。この結果を検討すると、塩酸浸漬後のサンプルは固形分濃度が高いことから、アパタイトの抽出が起こっていることが示唆される。現行製造工程において煮沸・ろ過の繰り返しにより固形分濃度は増加していないことから、煮沸・ろ過の繰り返しではコラーゲンの抽出量は増大しないようである。最後の濃縮工程で水分が蒸発することにより最終固形分濃度が7.9wt%となった。最終製品

の固形分換算でのCa分は0.14wt%と非常に低い値であることからアパタイト成分の含有は非常に少ないと考えられる。

- ② 臭いと透明度：製造されたコラーゲン水溶液製品には、若干ながら魚臭さが感じられた。透明性に関しては、不溶分は見当たらないが、若干の不透明感があった。赤外スペクトル分析では、現行品製品では3300cm⁻¹付近に水酸基による吸収と1650cm⁻¹付近にペプチド結合の吸収が見られた。
- ③ 保存技術・方法：現行の水溶液タイプの製品は、室温で保存した場合に腐敗しやすく、雑菌の混入など衛生上の問題もあるから、かなり低温でかつ不活性雰囲気のもとで保存する必要がある。したがって、保存コストが高くなることが予想される。これらの問題を解決する一つの方法は、製品を粉体化することであり、また、製品の安定性からも製品の粉体には必要であると考えられる。
- ④ 搬送方法：現行の溶液タイプ製品は、濃度が8%程度の希薄溶液であり、かさばり質量も重いので、搬送費用は高くなると考えられた。また、溶液なので搬送時の液漏れの心配も考えられた。したがって、搬送上の問題からも製品を粉体化した方が好ましいと考えられた。



(a) 冷凍原料の自然解凍



(b) 原料の水洗い



(c) 原料の塩酸浸漬



(d) 原料の加熱



(e) 溶液の濾過 1



(f) 溶液の濾過 2



(g) 溶液の自然冷却



(h) 溶液の濃度調整

写真2 現行作業環境

図表2 コラーゲン抽出工程の現状分析

工程NO	工程名	作業要素	作業手順	作業形態	問題点 (不安定要因)
1	原料開封	自然解凍	1)原料の開封	手 作 業	重量測定
2	原料解凍 ・水洗	SS分の除去	1)鱗を箆に入れ、流水洗浄 2)洗浄後、水切りポリ容器		
3	塩酸浸透	カルシウムの抽出	1)鱗を箆に入れ流水洗浄 2)35%塩酸溶液で12H浸漬	手 作 業	標準作業の非設定 (感覚的判断)
4	原料水洗	溶質の除去	1)鱗を箆に入れ、流水洗浄 2)洗浄後、12H水で浸漬		
5	原料加熱	コラーゲンの抽出	1)鱗水切り後SUS容器に投入 2)鱗20kg、水40リットル、ガスバーナ加熱 3)煮沸後、容器に蓋をして12H放置	手 作 業	抽出率のばらつき
6	濾過 加熱	固形物除去 濃縮・殺菌	1)絹濾布2枚重ね 2)濾過後、蓋を取り30min加熱 3)再濾過、絹濾布2枚重ね	手 作 業	標準作業の非設定
7	抽出液 冷却	一時停滞	1)容器に蓋をし、12H自然冷却		品質、生産性、 抽出率の不安定
8	抽出液 加熱	再濃縮	1)溶液加熱		
9	抽出液 再濾過	殺菌 濃縮度調整	1)1~2 μ mのペーパーフィルタで濾過		
10	検査	評価	1)抽出されたコラーゲン量を比重計で測定(10~13%)	手 作 業	不安定 腐敗
11	保管	出荷待ち	1)液状製品(瓶詰め出荷)		

図表3 現行製造品の固形分濃度とCa分

サンプル	固形分濃度 (wt%)	Ca分 (wt%)
塩酸浸漬後	19.1	14 (固形分換算値)
煮沸・ろ過1回	3.7	
煮沸・ろ過2回	3.4	
煮沸・ろ過3回	3.1	
煮沸・ろ過4回	7.9	
煮沸・ろ過4回・濃縮		

2. 問題点の改善案の策定

前章で明らかにされた原料の調達、生産プロセス、生産システム、作業環境、及び製品特性の問題点を解決するための指針について検討した。

(1) 原料調達の問題点の改善

前章で明らかにされた原料調達における問題点は、「原料に鯛以外の鱗が混入しており、原料の品質の確保が難しい。」、「原料の保管コストが高い。」、「抽出工程に至るまで解凍、洗浄、及び乾燥の工程が必要になり、原料必要時の即応性が低い。」などである。したがって、この改善案として、「原料は、乾燥鱗を調達する。その場合水洗条件、乾燥条件などを指示する。」、「自社原料調達においては、鯛のセミドレ加工における鱗の処理を流水により、タンクで収集することとする。そして、水洗後、自然乾燥する。また、水洗のコストを低減させるために自家水道を設備する。その場合、保健所の水質検査を受け、洗浄に適

合することを確認することが必要がある。」
 以上のような改善案が実行されれば、原料は冷凍鱗から乾燥鱗に転換され、生産工程における原料重量測定の精度向上により、製品の品質の安定と向上が期待できる。

(2) 生産プロセスの問題点の改善案

前章で明らかにされた現行プロセスの問題点である、「作業が全て手作業によって行われているので抽出条件、コラーゲン含有量などの生産プロセスと製品の繰り返し精度が低い。」、「塩酸を浸漬させてから、コラーゲン抽出を行っている。その結果、製品のPH（ペーハー）調整が必要になる。また、塩酸溶液を中性化してから廃棄することが法律で定められているので、廃液処理にコストがかかる。」、「製品に魚独特の生臭さが残っている。」、「現在の製品は水溶液であるが、この状態では応用範囲が液状の製品に限られてしまう。」などの問題の改善案を検討した。

前章の分析から、コラーゲンの抽出を効果的に、しかも高品質なコラーゲンを抽出するためのプロセスとして、図表4に示すプロセスが適当であるとの結論が得られた。

新抽出プロセスにおいては、コラーゲン水溶液を製造する工程は7工程であり、従来のプロセス11工程と比較して4工程の削減が可能となった。しかし、新プロセスを生産現場で採用する場合は、製品の品質向上と製品の顆粒化を実現するために精密濾過装置の開発と顆粒化装置の導入が必要になる。

(3) 生産システムの開発の改善案

現行のプロセス・システムで生産された製品は、コラーゲンはペプチドであることは明らかになったが、次の問題点も明らかになった。「製品に魚独特の生臭さがある。」、「原料に多くの水分が含まれており、実原料の重量が正確でなため、製品濃度(コラーゲン抽出率)が不正確である。」、「作業標準が設定されておらず、品質の安定確保が困難である。」、「製品が液状で出荷されているため製品腐敗の心配がある。」

このような問題を解決し、さらに研究成果の応用の拡大と高い付加価値製品の開発を図るためには、顆粒状の製品を開発することが必要となる。この場合、製品は無臭、純白色が応用範囲の拡大を苦慮して適当であると思われる。これらのことを解決し、製品の効果的販売を実現するためには、応用分野、需要、及び業界などに関する市場調査が必要になる。以上のことを考慮し、種々検討された結果、図表5に示した加工工程に適合する生産システムの導入が必要であることが明らかになった。具体的には、鯛の鱗からコラーゲンを抽出するための研究設備（生産システムとして考慮した設備）の導入、及びそれらの高齢作業員に適合する設備としての発展性を考慮したシステムである。また、この設備を導入は、コラーゲンの安定生産を目標に「品質の安定化」、「コラーゲン抽出効率の向上」、「排出物の安全処理」、「高齢者適合作業の標準化」を図ることを目的に製造装置の開発・導入を検討した。

この新抽出工程は、①製品の消臭のための鱗の塩水洗浄、②塩分を取り除く水洗、③抽出効率を向上させるための原料の粉碎、④製品の安定化を図るための原料の計量、⑤抽出効率を向上させるための圧力過熱抽出、⑥製品の透明度を向上させるための精密濾過、⑦製品の安全性を向上させるための殺菌、⑧製品の顆粒化を図るスプレードライの8工程から構成されている。また、ユーザが溶液製品を希望した場合は、7工程の殺菌・過熱が終了した製品を提供することも可能である。

新抽出プロセスにおいて原料の脱臭剤として、化学薬品を使わずに自然材料を用いた。これは、新抽出プロセスは、いかなる化学薬品をも使用しない、全て自然手法で対応することとした。この理由は、製品の付加価値を向上させることにより、他社製品との差別化を図り、市場での優位性を向上させることを目的としたためである。また、環境問題を考慮し、本プロセスにおいては、化学的処理を必要とする廃液を出さないこととしたものである。図表6に新抽出工程7のリフラクトメ

図表4 改善されたコラーゲン抽出プロセス

工程NO	要素	方法	備考
1	原料の解凍・洗浄	噴流洗浄機	工程7の冷却水を使用
2	原料の加熱・抽出	圧力釜	
3	鱗と溶液の分離	精密濾過	スクリーン濾過装置開発
4	溶液の濃縮	加熱・エア-換気	ガス加熱・散気管爆気装置を使用
5	溶液の濾過	ペーパー・フィルター	
6	溶液の殺菌	ガス加熱	工程2の圧力釜を利用
7	溶液の冷却	水 冷	工程1の温水を利用
8	コラーゲンの顆粒化	スプレードライ装置	

※溶液とは、コラーゲン溶液を示す。

ータの読み取り値とコラーゲン濃度との関係を示す。この測定は、条件を一定にするために恒温槽内で行ったものである。コラーゲン新抽出システムの工程を考慮した研究設備（プラント）を検討した場合、この安定生産を図るために重要なことは、「①品質の安定化、②抽出効率の向上、③排出物(水)の安全処理、④高齢者適合作業の標準化」の4項目であると考えられた。この項目を実現するた

めには、各工程での条件(標準作業の設定)が重要な要因となる。また、コラーゲンを商品化する場合、ユーザから用途別に顆粒・粉末化、あるいは液状化などの要望があることが推測される。いずれの要望を満足させるために重要なことは、高純度の製品を提供することである。そのため、従来のプロセスでは、濾過工程を繰り返し実施して品質の向上を図っている。この方法では、多くの時間を費や

図表5 コラーゲン抽出の新工程とその作業手順

工程NO	工程名	作業手順	備考
1	原料塩洗	1) 鱗のぬめり(脱臭)を取るために塩水で洗浄	原料10:塩1
2	原料水洗	1) 原料をネットに入れ15分/回で4回洗浄 2) 洗浄後、乾燥させ容器に入れて保存する	塩分の除去
3	原料粉碎	1) 原料を完全乾燥後、粉末にする	カルシウムの抽出
4	原料計量	1) 粉末原料を計量する 2) 原料計量後、圧力釜に入れる	品質の安定化
5	圧力加熱	1) 原料3kg、水18リットル+備長炭1kgの割合で、 圧力釜で1時間圧力加熱する	抽出、脱臭
6	溶液濾過	1) 抽出されたコラーゲン溶液を精密濾過し、不純物を除去する 2) SF6本、60 μ m、濾過助剤#100	コラーゲンの透明度の向上、メンプレフィルター(0.1 μ m)と同程度
7	溶液殺菌	1) リフラクトメータを用いて、固形分濃度20%になるまで加熱する	水分の除去、溶液の濃縮、殺菌
8	顆粒化	1) 殺菌したコラーゲン溶液をスプレードライヤを用いて顆粒状にする 2) 条件:入口温度140 $^{\circ}$ C、出口温度85 $^{\circ}$ C	機種:LA12 (新規導入)

図表 6 コラーゲンの固形分測定結果

(重量単位：g)

リフラクトメータ			熱衝撃試験機 (105℃、3時間)				
資料NO		読取值 (%)		溶液重量	乾燥重量	固形分 (%)	
原液	A	20℃	05.0	10.00	0.402	04.02	平均値
		80℃	05.0	09.80	0.395	04.03	4.026
水分除去	B	20℃	16.0	09.17	1.357	14.80	平均値
		80℃	16.0	09.48	1.316	13.88	14.34
	C	20℃	19.5	09.97	1.762	17.67	平均値
		80℃	20.5	10.19	1.925	18.89	18.28
	D	20℃	-	09.59	2.286	23.84	平均値
		80℃	27.0	09.87	2.473	25.06	24.45

しコスト高になり、その上、高温の溶液を濾過するために危険が伴っていた。また、濾過には、濾過布を用いていたため、溶液の温度により濾過メッシュに変化が生じ、濾過精度を低下させる原因になっていた。そこで、本研究において、前述の問題を解決するためにスプリングフィルタを用いた超精密濾過システムの開発を開発業者へ依頼した。本システムの性能を向上させるために、珪藻土を濾過助剤として使用することも可能とした。この珪藻土は、食品業界でも幅広く使用されており、全く害のないものである。したがって、この濾過助剤である珪藻土は、産業廃棄物として処理する必要はない。濾過機本体は、製品であるコラーゲンが健康食品や健康飲料水などに使用されることを考慮し、ステンレス製のサニタリータイプとした。この装置は、蒸気洗浄のために全ての部品がユニットに分解できるように設計されている。このようなシステムを使用することによって、製品の透明性の向上と消臭が実現され、製品の付加価値は向上された。さらに、高齢者の作業環境の向上に関しては、次のような改善が図られた。本研究で開発されたコラーゲンの新抽出プロセスにおける濾過工程の自動化は、高齢作業者の安全の向上を実現させたばかりでなく、作業の標準化と容易性を実現した。また、この工程を自動化したことにより、生産効率の向上に伴い生産コストの低減が実現された。

また、高齢作業者は、若年作業者に比べて体力的に劣ることは事実であることから、作業の軽減化を考慮して高年齢作業者の職業病とされている腰痛の軽減にもその効果が期待できる。さらに、高齢作業者の身体の屈折運動をできるだけ少なくするために、各設備の高さなどについても配慮してある。

(4) 作業環境の問題点の改善指針

前章で明らかにされた作業環境の問題点の改善指針について検討する。本研究に使用されるコラーゲン抽出設備は、高齢作業者が使用した場合に適合しなければならない。高齢者作業による生産を考慮した場合、次の問題点が考えられる。「①現行作業全体的に垂直方向の作業が多いため、高齢者に腰痛などの職業病が発生し易い。②大きな柄杓を用いた反復作業では、高齢者の腕と腰に大きな負担が生ずる。③作業台の高さ、状況、配置などが高齢者に適していないため、作業のミスや事故につながる事が予想され、危険である。④作業工程がマニュアル化されていないので安全性の確保、品質の確保、職場環境の向上などを図ることが難しい。」

このような問題点を考慮して、その改善策を検討した結果、次の改善指針が策定された。「①高齢者に適合した自動システムの導入、②垂直動作を削減し水平動作への転換、③生産加工工程の標準化」などである。

(5) 製品特性の問題点の改善

前章では、製品特性の問題点として、「①製品形態を水溶液から粉体への変更、②塩酸浸漬の必要性の検討、③コラーゲンの抽出方法の検討」などが明らかにされた。

そこで、ここでは、上述の問題点を改善するための指針が検討され、原料の調達の改善指針、生産プロセス改善指針、及び生産プロセス改善指針に反映された。

3. 改善案の実施とその評価

(1) 原材料とその品質確保のための調達方法の確立

原材料の調達で明らかにされた「①原材料に鯛以外の鱗が混入しており、原料の品質確保が必要である。②原材料を冷凍保管しているので、保管コストが高い。③加工工程に至るまで解凍・洗浄・乾燥の工程が必要であり、原料の必要時の即応性が低い。」などの問題を解決するために、「①自社内での原料調達は、セミドレ加工工程で鱗を内臓などの廃棄物と分離する。②外部からの原料調達では、乾燥鱗として購入する。その場合、洗浄・乾燥条件を指示する。③鱗の水洗コストの低減を図るため、自家水道を設置する。」ことなどの改善案が策定された。

この案に従い実行された結果、原料調達において次の効果が実現できた。

イ. 自社内での調達について

自社内のセミドレ加工における鱗の分離は、後工程の効率化が実現できたばかりでなく、廃水処理におけるフィルタリングや配水管の排水効率を向上させ、排水処置全体の効率化を可能にした。

ロ. 外部からの乾燥鱗の調達について

この改善案は、自社内工程の削減、運送費の削減から、原料購入コストの削減を目的に検討された案だが、原料販売会社は、当社のように広い乾燥場を有していないために、この調達方法は実現しないことが明らかになった。しかしながら、原料の安定調達は、製品の安定出荷を実現する上で重

要な課題であるので、外部調達の場合は、鱗の選別、洗浄の標準管理マニュアルを作成することとし、それに従って原料を生産させることで高品質の原料の調達を可能にする必要があった。

ハ. 洗浄コストの削減について

原料の洗浄コスト削減のため、商業水の使用から自家水道への転換を図った。その結果、従来のコストと比較して約50%減となった。自家水道のランニングコストは、電気代と原価償却費（総額7万円）であることから、長期的なコスト削減が見込めた。

(2) 自然環境を考慮した生産プロセスとその技術開発

前章で提案された生産プロセスにおける改善点は、次のとおりであった。「①生産プロセスにおける化学薬品使用の排除、②化学薬品を使用しない消臭技術の開発」である。そこで、この確定案に対する試験実施とその評価を行った。

イ. 生産プロセスにおける化学薬品使用の排除

一般市場では鶏、豚、あるいは牛の肉から抽出するコラーゲンをアニマルコラーゲンと呼ばれている。また、魚肉や魚皮から抽出されているコラーゲンは、フィッシュコラーゲンと呼ばれている。何れの場合においても、抽出効果や大きな分子量のコラーゲンを抽出するために、原料を塩酸浸漬し、その後、コラーゲンを抽出している。このプロセスで使用された原料の処置は、中和された産業廃棄物として廃棄されている。したがって、この処分費用が、生産コストを引き上げている。また、抽出されたコラーゲンは、塩酸の影響を受けているので、この溶液のPHを調整する必要がある。その上、製品の応用に限界が生じることがある。そこで、本研究において、これらの問題を解決するために、低音・高圧雰囲気中での抽出方法が提案され、開発された。

その結果、濃度17%、純度92%（純粋）コラーゲンが抽出され、この提案の適合性

が検証された。

ロ. 消臭技術の開発

原料が鯛鱗であるため、製品に生臭さが残る。しかし、製品の広い応用性を検討する場合、この特性はマイナスになることは明らかであった。したがって、消臭技術を開発することは、製品の付加価値の向上になり、他社製品との差別化が図られ、市場での優位性が確保できる。市場における鮮魚の生臭さの消臭は、化学薬品を使用することが主流であるが、本研究では、自然原料による消臭技術の開発を試みた。この実験では、まず、原料の臭いの発生源について調査した結果、鱗の表面の条件に起因することが明らかになった。したがって、この生臭さを排除するために、「①原料の洗浄、②フィルタリングの向上」の2点に問題を絞り、その関連技術を開発した。具体的には、消臭についての洗浄方法と洗浄補助剤の開発であり、フィルタリングについては、超精密濾過システムと濾過条件の設定であった。

① 原料の洗浄による消臭技術の開発

実験では、一定量の鱗を種々の自然材料を原料とした洗浄剤と洗浄方法の組み合わせに採用された。そして、洗浄方法として水流洗浄、洗濯機洗浄、及びドラム洗浄方法が試験された。その結果、ドラム洗浄方法が、最も効果的な消臭効果があることが実証された。この場合の消臭効果は、臭い計によって測定された。

② 精密濾過システムによる消臭技術の開発

本実験では、超精密濾過システムが用いられた。このシステムの特徴は、「①濾過精度を数ミクロンから数百ミクロンの幅で調整可能である。②濾過速度の向上を図るために、濾過助剤の使用が可能である。③濾過ユニットが消臭機能を有する。④抽出量に適合した能力への改造が容易である。⑤サニタリータイプであり、頻繁な洗浄に適合する。」などである。

(3) 高品質・高生産性を図る生産システムの開発

本研究の成果を利用したコラーゲン製造の基礎実験では、高品質の製品を製造できることが確認された。しかし、実際のビジネスを想定した場合、製品を高品質の製品を効率よく製造する必要がある。そこで、実稼動を想定した製造システムを検討し、ミニプラントを設計・製造した。

本システムは、1チャージで50kgのコラーゲンを生産することを想定している。また、本コラーゲン製造システムは原料(鯛鱗)洗浄セル、原料粉砕セル、コラーゲン抽出セル、濾過セル、及びコラーゲン顆粒ユニットから構築されている。次に、このシステムの性能を評価するために、これまでの基礎製造実験を参考にして、本研究に供する設備を用いて、コラーゲンの製造検討実験を行った。この実験では、特に、前述した製品の消臭効果と顆粒化の適合性について検討した。また、このときの実験装置の特性評価は、従来の方法と比較検討して行った。さらに、具体的には製品粒子形状、及び製品の顆粒化状況の観察から判断することとした。検証実験条件は、次のとおりである。「①原料の解凍(重量測定)、②原料の洗浄(一定回数の攪拌)、③コラーゲンの抽出(一定圧力、一定温度)、④脱臭(従来方法)・消臭(本研究成果を使用)、⑤抽出溶液の濾過(吸引濾過、超精密濾過)、⑥濃度調整・殺菌、⑦顆粒化(スプレードライ、外部委託との比較)」

図表7に、上述の条件で実験した結果を示す。また、顆粒化された製品の顕微鏡写真を写真3に示す。この結果から、次のような結論が得られた。

- イ. コラーゲンを顆粒化する場合、スプレードライを使用することに問題はない。
- ロ. 写真3で得られた製品形状はほぼ球形であり、その粒径は10 μ m~20 μ mであった。
- ハ. 製品は、写真4に示すように、スプレードライヤータンクに円錐状に堆積するが、軽くハンマリングことにより、製品のすべてを回収することができた。

ニ、本研究で開発された生産システムを使用して製造された製品は、純白で無臭であった。

以上の実験結果から、本実験製造装置は、鯛鱗を原料としたコラーゲンの製造に適合していることが検証された。

図表7 コラーゲン製造ミニプラント試験結果

試料NO		NO. 1	NO. 2
原液条件	固形分濃度 (%)	5.3	5.3
	液比重	1.02	1.02
	見かけ粘度 (mPa. s)	4	4
	色	淡濁	透明
	液温度 (°C)	開始時 43	開始時 40
	使用液量 (kg)	1.04	1.04
運転条件	回転数 (rpm)	20,000	20,000
	原液処理量 (kg/h)	1.5	1.5
	入口温度 (°C)	140	140
	出口温度 (°C)	71	71
	サイクロン Δp (kPa)	0.5	0.5
製品	平均粒子径 (μm)	10~20 μm程度	
	粒子形状	ほぼ球状	ほぼ球状
	残留溶媒 (%)	7.15	使用せず
	嵩密度 (g/ml)	—	8.19
	色	淡黄色	純白
製品測定条件	固形分濃度 (%)	恒温槽内水分計 105°C/3h	
	残留溶媒 (%)	恒温槽内水分計 105°C/2h	
	液比重	容積重量法	
	見掛粒度 (mPa. s)	B型粘度計：ロットNO.1/60rpm	
	製品粒子径 (μm)	光学顕微鏡目視	
	製品嵩密度 (g/ml)	100mlすり切り容器	
備考	試料NO. 1は、現行システムで製造したコラーゲンを示し、NO. 2は、本研究で開発されたシステムで製造されたコラーゲンを示す。		

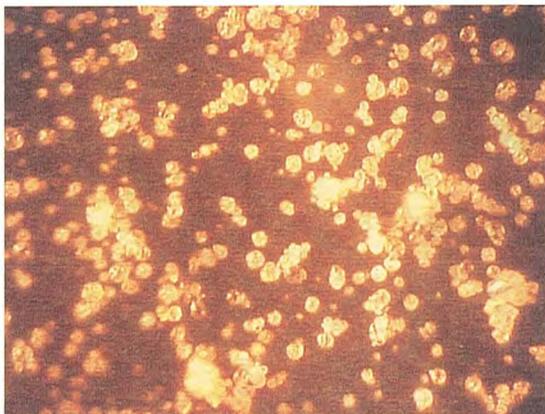


写真3 コラーゲン粒子顕微鏡写真



写真4 コラーゲンの堆積状況

(4) 高齢者に適合する生産環境の確立

これまでの研究で、鯛鱗を原料としたコラーゲン抽出技術とその製造設備の適合性について述べてきたが、ここではそのプロセス・設備・作業環境の高齢者への適合性について検証した。この評価は、実際に高齢作業にプラントを運転させ、その時の作業動作をVTRに記録し、分析・評価した。なお、今回、作業性などについての作業者からの情報は収

集していない。新システムによるコラーゲンの製造プロセスは、乾燥された原料である鯛鱗から、コラーゲンを抽出するプロセスからを対象とした。写真5に抽出工程、写真6に濾過工程、写真7に顆粒工程の各工程の作業場状況写真を示した。また、図表8-1及び図表8-2、図表8-3に各工程とその評価を示した。

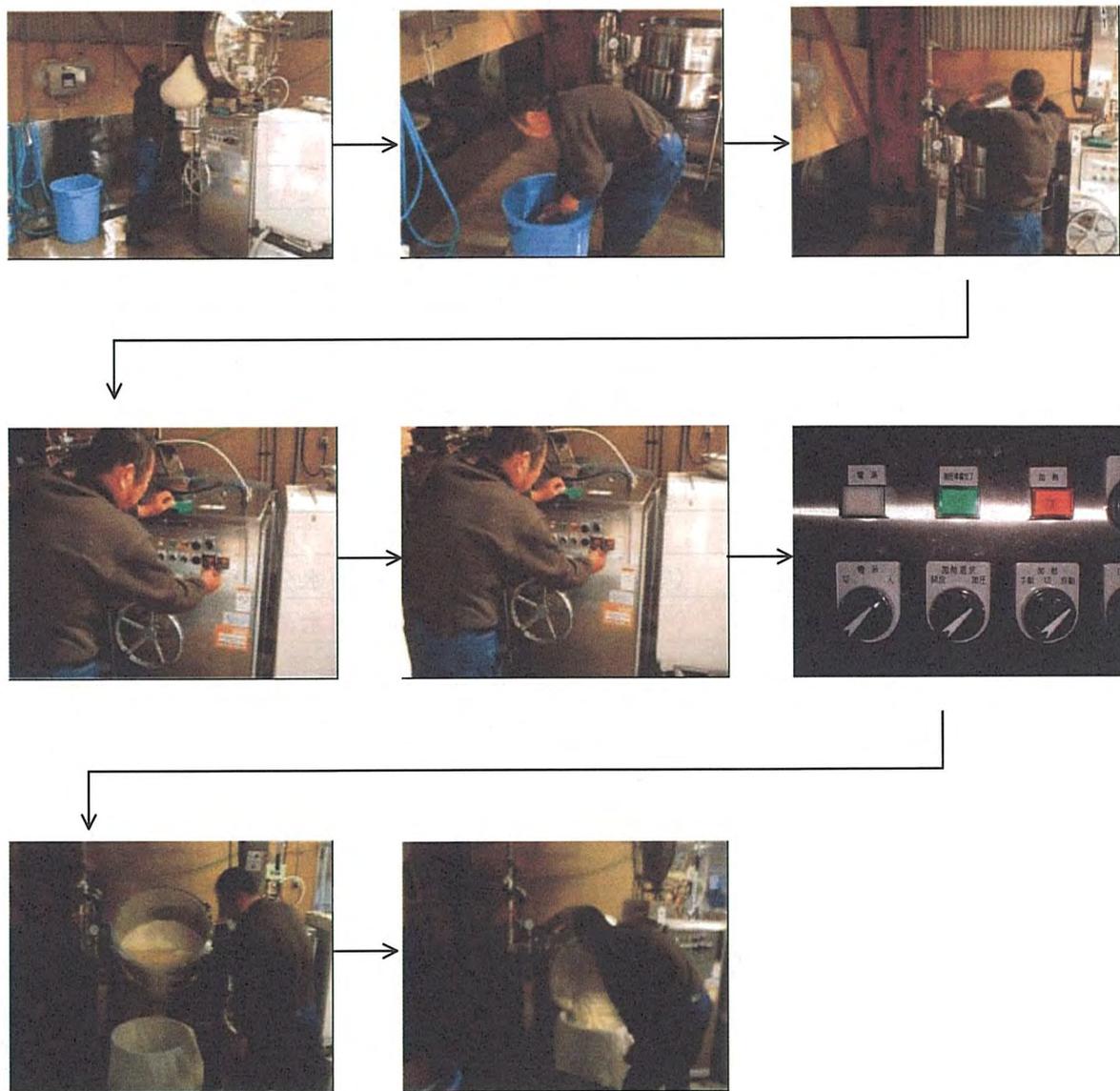


写真5 コラーゲン抽出工程

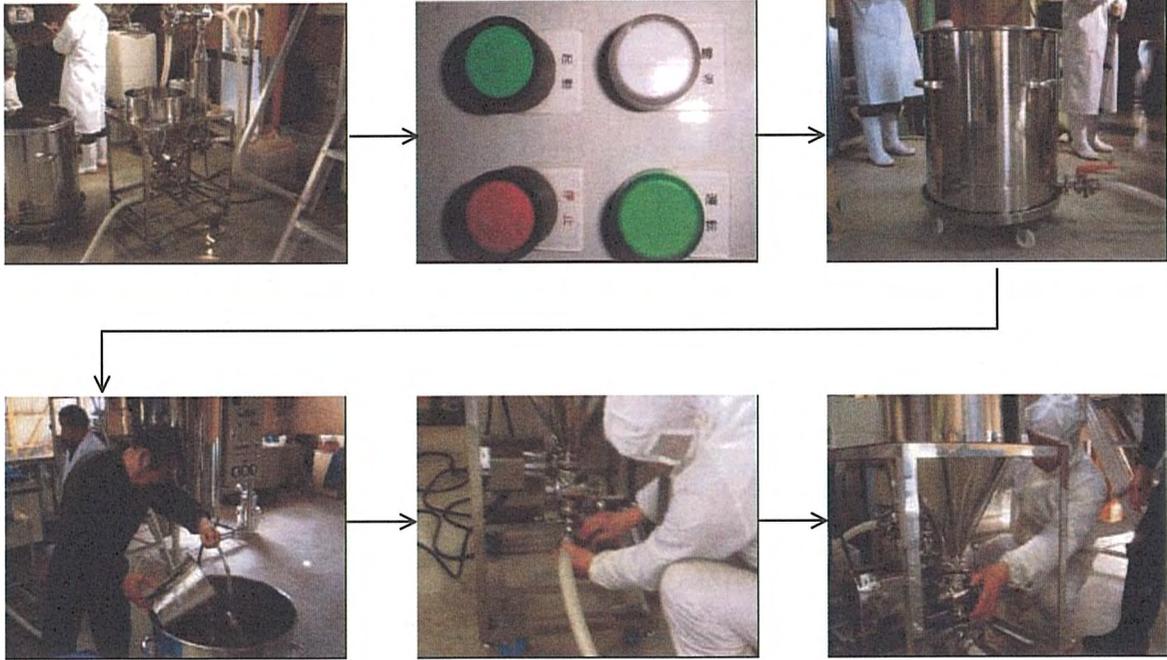


写真6 抽出液濾過工程

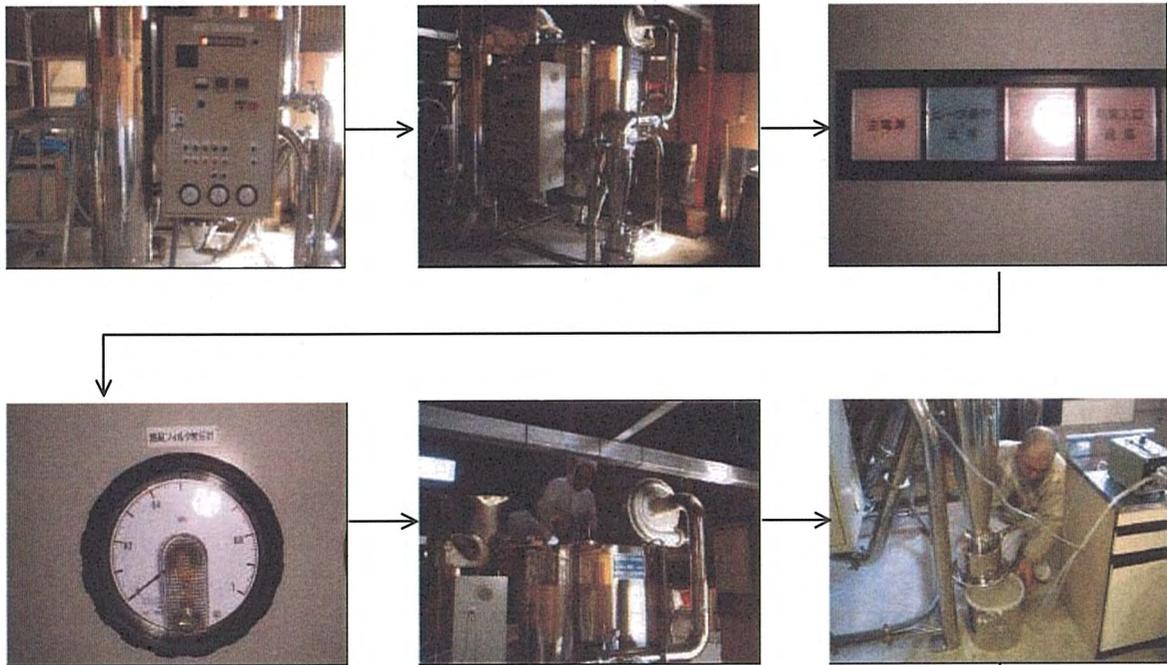


写真7 コラーゲン顆粒化工程

図表 8-1 新システムによるコラーゲン抽出プロセス（コラーゲンの抽出工程）

	作業環境	作業内容
コ ラ ー ゲ ン の 抽 出	圧力釜と容器の高低差 約130cm 作業者と圧力釜の距離 約 65cm 各種スイッチまでの高さ 約100cm	1. 乾燥原料を圧力釜に投入する 2. 水道水をバケツで圧力釜に注入する 3. 圧力釜の蓋をして、加熱温度を設定する 4. 加熱時間をタイマー設定する 5. 圧力釜の電源をONにする 6. 加熱選択スイッチを「加熱」にセットする 7. 加熱スイッチを自動にする 8. 一定時間後、抽出を終了する
評 価	<p>コラーゲンの抽出プロセス・装置は、半自動になっており、高齢者に適した設備構成になっている。特に、高齢者にとって重労働と思われる問題はないが、次の点を考慮すると、さらに高齢者に適した工程が構築できると思われる。</p> <p>1. 原料を圧力釜に投入する場合、垂直作業が多いため、高齢者には負担が大きいことが予想される。そこで、水平方向の作業に変更する。</p> <p>2. 機器のそれぞれのスイッチボタンが小さいため高齢者には扱い難い。したがって、サイズの大きいボタンに変えて、作業の効率化と安全化の向上を図るべきであると考える。</p> <p>3. コラーゲン抽出後、圧力釜から原料をタンクに移す場合、キャスター付にすれば作業性が向上する。</p>	

図表 8-2 新システムによるコラーゲン抽出プロセス（抽出溶液の濾過工程）

	作業環境	作業内容
抽 出 溶 液 の 濾 過	濾過機と作業者の距離 約130cm 濾過器と容器1の距離 約150cm 濾過器と容器2の距離 約 50cm 各種スイッチまでの高さ 約 90cm	1. 濾過器に水道水と濾過助剤を入れる。 2. 起動ボタンを押して水道水を入れる。 3. 抽出溶液をタンク（50ℓ入り）から容器1にバケツで移す。 4. 濾過開始 5. 溶液が十分に濾過されたらレバーを操作し、濾過液を容器2へ移す。 6. 濾過工程終了
評 価	<p>コラーゲンの溶液濾過プロセスは、前プロセスと同様に全体的には、高齢者に適合する半自動になっている。また、装置は、サニタリータイプとなっており、全体がユニット単位で分解、清掃が簡単にできる構造とし、高齢者を考慮した設計になっている。</p> <p>次の微細な点を改良すれば、適合度が向上する。</p> <p>1. コラーゲンの溶液の移動に、電動リフトを使用する。</p> <p>2. 濾過器のホース取り付け位置を装置上部にすることで、作業性が向上する。</p> <p>3. 機器のそれぞれのスイッチ釦を大きくして、作業性の向上とトラブル時の緊急停止の安全性を向上させる。</p>	

図表8-3 新システムによるコラーゲン抽出プロセス（コラーゲンの顆粒化工程）

	作業環境	作業内容
抽出溶液の濾過	ドライスプレー機（DSM） の高さ 約230cm 作業者と圧力釜の距離 約65cm	<ol style="list-style-type: none"> 1. 濾過後のコラーゲン溶液をキャスターでDSMに移動し、流水調整機をセットする。 2. DSM上部にホースを取り付け、本体と容器2をつなぐ。 3. 流水調整機にホースをネジで取り付ける。 4. 吸気送風機をON、排気送風機をON、アトマイザスイッチをON、アトマイザを10Hzにする。 5. 吸気・排気送風の流量をダンパーで調整する 6. 吸・排気量をダンパーで調整し、サイクロン差圧を調整する。 7. 出口温度100℃に達したら、アトマイザの回転数を20000rpmに調整する。 8. 原液ポンプのスイッチをONにする。水を供給し、所定の出口温度になるように調整する。 9. 所定温度を確認し、水から溶液に切り替え、流量を調整する。アトマイザの回転数を調整する。 10. 溶液が、自動的に顆粒化される。
評価	<p>コラーゲンの顆粒化プロセスも前プロセス同様に全体的には、高齢者に適合する半自動になっている。また、装置を操作する場合、床から1m程度の場所で作業することになるので、作業者の落下防止には、十分な対策が必要である。</p> <p>次の微細な点を改良すれば、さらに高齢作業者に対する適合度が向上する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 作業マニュアルが文字の羅列である。これをイラストに変えて作業者の理解を容易にする。さらに、マニュアルに作業内容が記載されていると分かり易い。 2. 作業が複雑であるから、作業順序を番号で表示して作業性を向上させる。 3. スイッチ釦を大きくし、また、その間隔を広く取り、高齢者によるスイッチング作業を容易にする。そのことが、緊急の際の安全確保につながる。 	

以上のことから、新生産システムにおける高齢者に対する作業環境の適正化を総括する。

高齢者の作業環境改善については、いくつかの研究事例が見られる。ここでは、まずそれらの知見を整理したうえで、本事例に適用して作業環境の適正化について検討する。

高齢者の雇用にあたっては、その身体的特性や仕事に対するモチベーションの持ち方が若年者のそれとは、大きく異なることを認識する必要がある。図表9に年齢と社会適応性の要因図を示す。この図から、若年者においては、仕事が経済的価値に直結しているが、高齢者になると個人の余暇が生きがいとなり、社会への適応性が低下してくる。したがって、

高齢者を採用する場合には、このことを十分認識する必要がある。具体的には、高齢者は、操作の難しい設備や複雑の作業を敬遠することが推測できるから、作業はシンプルに、しかも分割した作業にすることが重要である。

次に、プラント全体の改善点について総括した。前述した、各工程における改善点は、主として、作業者の身体的適合性に関する問題である。しかし、設備の操作ミスや作業の複雑さの問題は、高齢者の「生きがい」に通じる仕事への阻害要因となる。また、重量物の運搬や移動する場合などの身体的負荷のかかる作業は、高齢者のモチベーションを低下させる原因となる。したがって、継続的雇用

の期待が低くなるだけでなく。成果の低下につながる。図表10に高齢者の精神的、身体的特徴を示す。これらに適合した作業環境を構築することにより、高齢者の作業環境を効果的に改善することが可能になるものとする。身体的機能の加齢による衰えはもちろん、知的作業の衰えも無視できない。作業能力のパフォーマンスを検討する場合、「量的パフォーマンス」と「質的パフォーマンス」に分けて検討する必要がある。言葉の流暢性や帰納的推理において、加齢による影響が大きいことを示している。特に後者においては、高齢者の認知特性との関連が強く、マニュアルの作成や作業手順の記述等を効果的に作成するために、認知実験を行う必要がある。したがって、本研究においても、実生産におけるシステムの高齢者の適合性の検証を継続的に検証する

ことが、高齢者に優れた労働環境を提供する上で重要なことである。

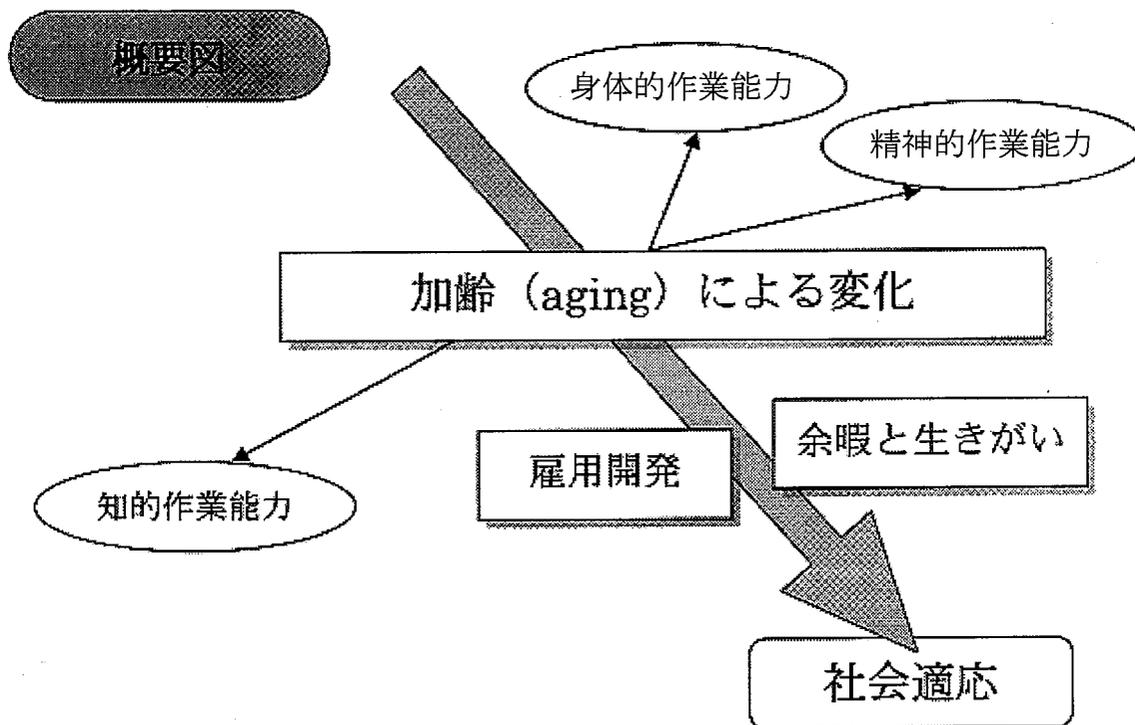
(5) 研究成果の他分野への適合性の検討

本共同研究の成果であるコラーゲンの応用分野として化粧品、健康食品、健康飲料、医薬品、菓子類、パン類、嗜好品などが考えられる。ここでは、今後の用途展開を図る上で、製造条件と分子量。アミノ酸組成の関係を検討する必要がある。そこで、以下の検討を行った。

イ. 製品特性

今後の用途展開を図る上で、製造条件と分子量、アミノ酸組成の関係を知る必要がある。次のような検討を行った。

図表 9 年齢と社会適応性の概念



図表10 高齢者の身体的・精神的作業能力の変化の特徴

項目		変化の特徴
代謝 吸気	基礎代謝の低下が進む	20歳代の約94%
	労働エネルギー代謝量の低下が進む	20～24歳の約87%
	肺活量低下が進む	20～24歳の約75%
筋力	握力低下が進む	20～24歳の約75%
	屈腕力低下が進む	20～24歳の約80%
	背筋力低下が進む	20～24歳の約75%
	伸脚力低下が進む	20～24歳の約63%
運搬 酸素	血圧上昇と運動後の脈拍回数速度遅延が進む	20～24歳の約82%
	横臥および起立時の血液ヘモグロビン量が少なくなる	20～24歳の約88%
柔軟性 身体	脊柱前屈度縮小が進む	20～24歳の約92%
	脊柱側屈度縮小が進む	20～24歳の約85%
	肩関節稼動度縮小が進む	20～24歳の約70%
平衡機能 感覚・	視力低下が進み、遠視眼が多くなる	視力で20歳代の約63%
	暗順応後の光感開置が大きくなる	薄明順応速度20～24歳の約36%
	聴力低下が進む	可聴距離で20歳代の約44%
	皮膚振動感覚鈍化が進む	20歳代の約35%
	平衡機能低下が進む	30秒閉眼片足起立時間で20歳代の約48%
速度関連 運動機能	全身跳躍反応時間延長が進む	20～24歳の約85%
	タッピング・テンポの低下が進む	最高期の約85%
	瞬発反応時間延長が進む	落下棒の握る速度20歳代の約71%
	単一反応速度低下が進む	電鍵反応速度最高期の約77%
	打点速度の低下が進む	20～24歳の約83%
	巧緻性を要する動作速度低下が進む	豆の竹箸移動が最高期の約85%
	運動調整機能低下が進む	紙きりで20～24歳の約35%
	字を書く早さが遅くなる	20歳代の約57%
精神機能 ・知能	中枢興奮水準の低下が進む	20～24歳の約85%
	分析および判断力低下が進む	20～24歳の約77%
	直接記憶力低下が進む	最後期の約53%
	学習能力低下が進む	20～24歳の約60%
	比較弁別能力の低下が進む	20～24歳の約65%
	計算能力低下が進む	20～24歳の約75%

① 製造条件の違いによる分子量とアミノ酸組成に与える影響

a. 分子量測定に関して (図表11)

HCl浸漬法の方が分子量が高く、40℃よりも80℃で抽出した方が分子量が高くなった。HClを使用しないで80℃で抽出した場合は、抽出時間を延長しても分子量はあまり増大しないようであった。

図表11 製造条件と分子量

製造条件	主成分分子量	分子量範囲
HCl浸漬 40℃、5h	1907	927- 6401
HCl浸漬 80℃、5h	5351	555-14101
80℃、5h	1360	545- 3092
80℃、15h	1419	502- 2779
粉碎 80℃、5h	1332	507- 4372

図表12 製造条件とアミノ酸組成

製造条件	Gly	Ala	Pro	Hyp	Glu
HCl浸漬 40℃、5h	258	100	81	55	53
HCl浸漬 80℃、5h	246	100	84	55	53
80℃、5h	237	100	111	63	55
80℃、15h	251	100	84	57	52
粉碎 80℃、5h	259	100	173	67	76

b. アミノ酸分析 (図表12、13)

アミノ酸回収量はHCl浸漬法の方が高く、40℃よりも80℃で抽出した方が、回収量が多かった。HClを使用しない場合、抽出時間の延長により少し回収量が増えている。ただし、粉碎はあまり効果がないようである。次表にAla (アラニン) を100とした時の他のアミノ酸の比を示した。いずれもGly (グリシン)、Ala (アラニン)、Pro (プロリン)、Hyp (ヒドロキシプロリン)、Glu (グルタミン酸) などが主成分であった。傾向としてはHClを使用しないで80℃、5hでは他に比べてProとHypが多いようである。抽出時間を15hに延長するとProとHypは割合として減少し、HCl浸漬の5hとほぼ同じ組成になるようである。先の結果と合わせると、抽出初期にPro、Hypの多い低分子成分が抽出されるものと考えられる。

② 各種応用分野への適合性

健康食品や健康飲料への用途を考えた場合には、体内で酵素により高分子のコラーゲンがゼラチンさらにはアミノ酸に分解されることから、塩酸浸漬なしの分子量の低い製品でも問題ない可能性がある。この用途の場合は、製品の腐敗や雑菌の混入は避けなければならないので、製品形態としては粉体の方が好ましいと考えられる。また、健康用途なので、塩酸などの劇物の使用も避けた方法の方が好ましいと考えられる。健康食品にアミノ酸のどの成分が効果があるかについては明確なデータがないので、現時点では判断できないと思われる。化粧品への用

図表13 製造条件とアミノ酸回収量

製造条件	アミノ酸回収量(%)
HCl浸漬 40℃、5h	25-30
HCl浸漬 80℃、5h	80-85
80℃、5h	10
80℃、15h	15-20
粉碎 80℃、5h	7

途を考えた場合は、保湿性が必要となるので、ある程度の分子量は必要であると考えられる。実際に評価してみて、どの程度の分子量が必要であるか、今後サンプル評価依頼をする必要があると思われる。また、化粧品にアミノ酸のどの成分が効果があるかについては明確なデータがないので、現時点では判断できない。この点についても今後の評価データの蓄積が必要である。醸造品の用途では、従来のコラーゲンと区別することにより商品価値がでるので、本開発品がゼラチンではなくコラーゲンであることを主張するために、高分子量であり3重らせん構造をとっている必要がある。今回の分子量測定では数千程度の分子量なので3重らせん構造をとっている可能性は低いですが、この点に関しても今後の検討課題である。

③ 今後の課題

最後に一般的にいわれているコラーゲンの効果、解明されていること、および今後明らかにされねばならない点についてまとめた。

a. 化粧品用途

化粧品用途でのコラーゲンの効用として保湿性や肌触り (テクスチャー) のよいことがあげられる。ヌードマウスにコラーゲン入りクリームを塗ったところ、皮膚の表皮も真皮も厚みが増したという実験報告もある。皮膚の上に塗ったコラーゲンが表皮の角質層を通りぬけて内部までしみこむとは考えにくい。また、肌触りについてもコラーゲンの分子構造と

どのような関係にあるのかもまだ不明な点が多く、今後の課題であるといえる。

b. 食品用途

食品としてのコラーゲンの効能もきわめて多彩である。たとえば、毎日コラーゲンを関節炎の患者に投与したところ、かなりの人に症状の軽減がみられたという。また、骨粗しょう症の患者にコラーゲンを投与したところ、骨の分解が抑えられた報告もある。また、動物の実験で、コラーゲン投与によって皮膚のコラーゲン合成能力が高まったり、角質層の入れ替わりが速くなることなどが観察されている。ただし、コラーゲンは体内で酵素

により分解され、アミノ酸か分子量の低いペプチドの形で吸収される。体内のコラーゲンは各種アミノ酸から生合成されているので、そのためにわざわざコラーゲンをたくさん食べる必要があるとは考えにくい。それでは、なぜコラーゲンを食べるとさまざまな効能があるのかはよくわからない。これらコラーゲンの構造と機能との相関については、不明な部分が非常に多く、今後の課題といえる。したがって、今回検討したアミノ酸組成や分子量のわかっているコラーゲンを用いて各種用途での機能評価データを蓄積していくことが大事であった。

Ⅲ. ま と め

1. 研究成果利用による高齢者雇用機会の創出と雇用制度の確立

「フィッシュコラーゲンの製造技術開発による高齢者雇用機会の創出に関する研究」を実施した。その結果、これまで産業廃棄物として扱われていた鯛鱗を原料とした、コラーゲン抽出技術とその製造装置が開発された。さらに、当社においては、この研究成果を利用してコラーゲン事業部の設置が可能になり、現在、この研究成果を利用して、高齢者の雇用を可能にするコラーゲン製造プラント（月産目標500kg）の基本設計が開始された。

ここでは、製造装置として、本共同研究で使用した実験装置を利用し、月産250kgの顆粒製品の製造を想定した場合に必要な作業人数を積算した。この場合の設計作業工程と時間の関係をを図表14に示す。この作業分析によれば、1日当りの延べ作業時間は53時間であり、1日8時間労働として約7人である。一方、実作業時間は約18時間であり、1日8時

間労働として計算すると約2.3人となる。したがって、この作業分析から、この実験設備でコラーゲンを製造した場合、3人の高齢作業員が必要になる。そのうちの1人は技術者、2人は一般作業者の雇用を考えている。

一方、この製造に伴う雇用制度としては、当社が現在実施している定年年齢の70歳を継続することを基本に、高齢者の特性の一つである仕事を通した「生きがい」を尊重し、定年後も働く意欲がある高齢者の方には、職場を提供して行くことを考えている。また、年齢で定年を規定することにも検討する余地がある。すなわち、当該作業に十分適合する職業能力を有する高齢者には、その能力に見合った定年制を実施すべきと考える。さらに、当社では、既存の作業、あるいは新規作業において、常に高齢作業者を意識した作業環境の整備に努めることが重要であると考え。そのことが、地域企業として地域住民の福祉の向上、すなわち企業活動を通した社会貢献につながるものと認識している。

図14 コラーゲン製造の設計作業と時間の関係

工程	作業員	時間																	
		5時	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
スプレードライヤー	A		←準備																
濾過	B					←取り出し				←取り出し									
濃縮	C						←洗淨												
抽出	A																		
原料洗淨	C																		
製品梱包	A, B, C																		
原料	A, B																		

2. 事業確立と高齢者雇用機会創出の今後の展開

本共同研究で開発された鯛鱗を原料としたコラーゲンの用途は、化粧品、健康食品、健康飲料、医薬品、アイスクリーム、パン、麺類、スープなどと多岐にわたっている。業界

紙によれば、その市場規模は、図表15に示すように、100億円以上の規模をもつ製品群が存在し、その合計として健康食品市場は1兆円規模といわれている。このような大型市場におけるコラーゲン市場は100億円と推定されており、大変有望な製品であることが理解できる。また、他の情報によれば国内での月産

消費量は300トン以上とも云われている。このようなことから、今後もコラーゲンの市場性は期待できる。現在、当社の試作品に対する市場の評価は高く、化粧品メーカ、製薬会社、水産会社（即席麺）、製パン会社、酒造メーカなどから引き合いがあり、そのビジネスパートナーの選定を行っている。

当社では、近く、コラーゲン事業部を設置することにより企業経営の変革を行い、経営の改善と向上を図る。企業戦略としては、当社の企業規模、あるいは経営資源から考えて、一般市場への参入は容易でないことが推測される、したがって、販売企業、応用分野、製造量などの観点から特定分野、あるいは一定

量の生産・販売などを考慮した「限定市場」の創生を目標とする。そして、一般市場への参入は、大手メーカなどビジネスパートナーとしたビジネスモデルを考える。この特長は、中小企業の優れた技術を利用した製品の販売拡大の一つの手法として効果的であると考えている。生産量は、当面月産500kgを考えている。その場合、約2,500kgの乾燥鱗、すなわち原料が必要となるが、自社内調達はそのうちの約500kg程度である。残りの2,000kgの外部調達を安定・継続的に調達することが、この製造で大変重要なことである。現在、外部調達として、中国からの輸入を考えている。

図表15 コラーゲン応用の市場規模

品 目 (金額)	品 目 (金額)
ローヤルゼリー 500億	アロエ類 500億
健康茶 450～500億	クロレラ 450億
プロテイン 400億	酵 素 300億
アガリクス 200～300億	高麗人参 200億
靈 芝 150億	核 酸 100～159億
コラーゲン原料 100億	DHA 100億
胃腸薬 100億	

(出展：健康産業新聞)