■「かわ」とサステナビリティ②■
コラーゲン&ゼラチンは、革の友達――今後は再生医療分野に期待

靴ジャーナリスト　**大　谷　知　子**

食肉製造に伴い生じるのは、皮だけではない。皮以外のものから作られる製品も、革と同じように人間の生活に寄与している。

今回は、それについて書きたい。

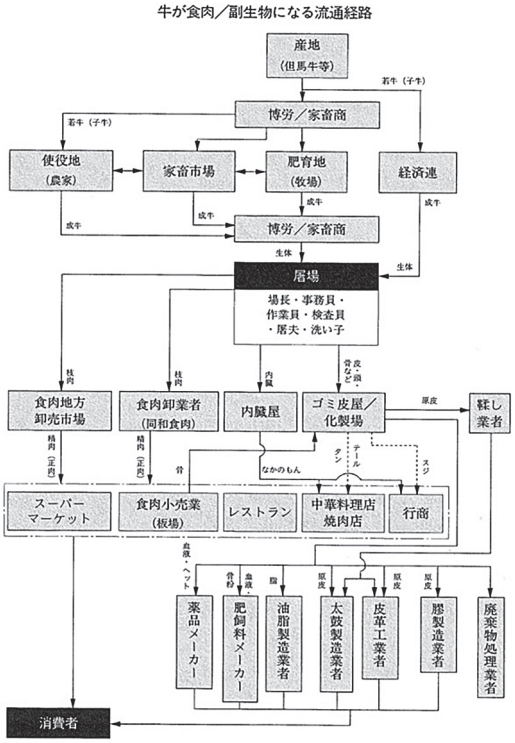
右に掲げたのは、『屠場文化 ― 語られなかった世界』（桜井厚・岸衛編、創土社、2001年刊）に掲載されているものだ。

「屠場」は、「とじょう」と読む。「屠」は常用漢字ではないため、「と場」と記すのが一般的だ。

「と場」とは、食肉の第一歩が行われるところ。もちろん、どこでも行うことはできない。「と畜場法」で管理され、「と畜場＝と場」は地方自治体の許可なくして開設できず、実際のと畜は、衛生管理が義務づけられ、と畜場以外でのその行為は許されていない。

さて、図は「牛が食肉／副生物になる流通経路」と題されている。前記した通り、発行は2001年であり、現在の流通はもっと簡略化されているかもしれないが、図中の矢印横に記されている骨などの副生物は変わらない。副生物とは、と場において肉は枝肉となるが、それ以外の副産物から原皮を除外したものだ。

この図からは、食肉製造に伴いどれだけ多種の副生物が生じるかが分かるが、最下段に並ぶのが、原皮や副生物を使用して製品を製造している業者だ。



『屠場文化―語られなかった世界』
（桜井厚・岸衛編、創土社、2001年刊より）

この中で注目して欲しいのが、「膠製造者」だ。「膠」は、「にかわ」と読む。以後、固有名詞及びそれに準じるものを除き「ニカワ」と表記する。そしてさらに〈表：副生物から製造される製品〉（次ページ）にあるのが、ニカワの発展系として製造されている製品だ。

ゼラチンやコラーゲンを知らない人はいないと思うが、これらが、革の原材料である原皮と同じ場所で生まれる副生物から製

【表】副生物から生まれる製品

	ニカワ	コラーゲン	ゼラチン	コラーゲンペプチド
原材料	主に牛、豚の骨、及び床革や革として使用できない革。 また、魚由来のものもある。			
主成分	コラーゲン （コラーゲンは、人体を構成する主要なタンパク質。その純度や分子量によって、名称、性質、用途が異なる）			
分子量	高 ← → 低			
歴　史	古代エジプトに発し、日本では10世紀前半に著された書物に登場し、その製法は「煮皮（皮を煮る）と記されている。		17世紀末にオランダで工業的に製造されるようになり、18世紀に入るとイギリスで主要な産業となり、さらに19世紀にはフランス、アメリカ、ドイツでも工業化された。	コラーゲンを低分子化したものが「ペプチド」。1970年代に誕生。ヘアケア製品に始まり、1990年代から2000年代にかけて美容ドリンクやサプリメント、さらに美容への効果が確認されると化粧品素材としての使用が進んだ。
用　途	接着剤。手づくりの「和膠」は、日本画においては、日本絵具を画面に定着させるのに不可欠。その他、墨、マッチ、製本、その他、木製家具。さらにヴァイオリンなどの木製楽器づくりや修理にも。	ソーセージの皮（ケーシング）、化粧品素材、医療品材料	【食品】ゼリー、ババロア、ムース、グミ、マシュマロ、レンジ用食品のスープ、介護食など 【医療用】薬のカプセル、シップ剤、止血剤など 【工業用】写真フィルム、レントゲンフィルム、印画紙、印刷材料など	食品、飲料、健康食品、化粧品素材

造されることを知っている人は少ないのではないだろうか。

●ニカワは、天然の接着剤

まず、ニカワから詳しく見ていきたい。

ニカワは、人が食肉の副生物から生み出した最初の製品だ。『広辞苑』には、次のようにある。

「（煮皮の意）獣や魚類の骨・皮・腱・腸などを煮出した液を乾かし固めた物質。また、それを水に溶かしたもの〈膠水〉。ゼラチンを主成分とし、透明または半透明で弾性に富む。物を接着したり、顔料を混ぜて絵具としたりする」。

このようにニカワは、天然の物質から生成された接着剤。また、冒頭に「煮皮」とあるように、古くは皮などを煮出してつくられていた。

その発祥は、紀元前。中国では紀元前4000年頃、エジプトでは同3000年頃の古墳やピラミッドから発見された棺や家具などにニカワの使用が認められるという。

日本では、獣肉を食べる習慣がなかったため、ニカワの使用は7世紀以降とされている。

ニカワは通常、透明か、半透明の棒状や小さなサイコロ状。これに水を加え、加温すると粘着性が出て、乾燥すると再び固形化するため、物と物とを接着できる。

日本ではかつて皮屑などを石灰液に漬け、水洗い。これを鍋で煮て抽出したニカワ液を、ゴミなどを除いて柄杓ですくって

よみがえった古来の和膠「和膠三千本 飛鳥」（旭陽化学工業）

木箱に入れ、冷ましてゲル化させる。その後、細長い短冊状に掻き取って、冬季に屋外の乾燥台で天日乾燥する。このようにして細い角柱状の「三千本膠」や板状のニカワが製造された。

これを「和膠」という。

したがって和膠の製造は､冬に限定され､また、乾燥させる冬に雪や雨の多い地方では製造できなかった。

それが大正期に機械化された通年生産方法での国産化に成功。これを「洋膠」と言う。徐々に洋膠が勢力を増し、昭和40年前後から和膠の製造を上回るようになり、現在は洋膠が完全に主流になっている。

また、現在では、原材料として骨などの食肉製造の副生物だけでなく、クロム鞣しの分割やシェービングの工程で生じる床革の一部や革屑が、クロムを除去した後に使用されている。

では、どんなものに使用されるかというと、まず、書道に用いる固形の墨だ。

墨は、灯芯を燃やして採取した煤を練り固めて固形化したものだが、溶かしたニカワを加えることによって煤同士がくっ付き固形化が可能になる。

次に、日本画。日本画を描くための絵具は、鉱物を粉にした岩絵具の他、土や昆虫の死骸、また植物を乾燥させたものなどが用いられ、一口に言えば顔料だ。これを筆につけ紙に描くためには、水状にし、また紙に定着させなければならないが、絵具を溶き、定着させるために用いられるのが、ニカワを水で溶いたニカワ水だ。

また、日本画の修復にも不可欠だ。

特に日本画とその修復には、和膠が適しており、かつて古来の方法を守り製造していた企業が製造を止めるという情報が流れると、買い占めが起こったという。それほど必要とされているということだが、現在では、古来の和膠と変わらない品質の製品を近代的な方法で製造する企業が現れ、一般に流通している。

次には、仏壇や家具、またヴァイオリンなどの木製楽器の製造。特に楽器製造においては、ニカワは温めると溶液状になるので接着されていたものが離れる。従って楽器を傷めることなく修理が可能であることに大きなメリットがある。

さらには、建築用にも用いられる。合成接着剤で壁紙を貼るなどすると、シックハウス症候群を引き起こす要因になる。ニカワは天然由来であることから、こうしたリスクを退けるために、ニカワで壁紙を貼るといったことが行われている。

以上は一例であり、ニカワは、この他にもさまざまな用途で使われている。

●食用から工業用まで活用されるゼラチン

次は、コラーゲンとゼラチンだ。

ニカワの不純物を取り除き、コラーゲンの純度を高めたのが、コラーゲンであり、ゼラチンだ。

コラーゲンは、人間の体を形づくっているタンパク質の一つであり、体内に存在する全タンパク質の約30％がコラーゲンと言われている。

〈左〉板ゼラチン（ジェリコ）と粉ゼラチン（旭陽化学工業）

そしてコラーゲンとゼラチンの組織的な違いは、分子量にある。コラーゲンの分子量は約30万といわれている。つまり分子が大きく、水に溶けにくい。

ゼラチンは、コラーゲンを熱変性させたものであり、市販のもので数万から数百万と分子量の違う分子の結合体という構造になっている。特徴は、水に溶け、加熱・冷却によってゾル（粘性のある流体）からゲル（弾力性のある固体）に、またゲルからゾルへと、常温に近い状態で可逆的に変化することだ。

この可逆的変化は、市販のゼラチン、例えばスーパーマーケットで必ずと言っていいほど扱われている「ゼライス」を使い、ゼリーをつくったことのある人なら良く分かる。「ゼライス」の粉をお湯で溶いて果汁などと混ぜ、これを型に注ぎ入れ冷蔵庫で冷やすと固まってプルンとしたゼリーができ上がる。しかし特に夏、冷蔵庫から出して放置しておくと、ゼリーが緩んでダラッとしてしまう。一部が液状に流れてしまうこともある。

これが、ゾル－ゲルの可逆的変化だ。

では、いつ頃からゼラチンが製造され、普及したのだろうか。

ニカワと同じく紀元前から使用されていたようで、古代ローマでは、肉や野菜をゼラチンを溶かしたスープで固めた、日本の煮こごりのような料理が食べられていた。

工業的に製造されるようになったのは、17世紀末のオランダ。18世紀にイギリス、19世紀に入るとアメリカ、フランス、ドイツへと広がり工業生産が確立された。

食用としての普及の始まりは、18世紀。ナポレオンはゼラチンを使ったデザートや料理を好み、宴会などで振る舞ったことで、各国の王族や貴族に広まり、やがて一般にも普及した。

また、写真工業に使用されるようになり、さらに需要が高まった。

日本に伝わったのは、19世紀後半の明治維新以降だが、大正期（1912～1926年）に入って工業的に製造されるようになり需要が高まり、さまざまな用途で使用されるようになった。

用途は、多岐にわたっている。

食用では、ゼリーを筆頭にババロア、ムースなどのデザートやテリーヌ。最近、人気が高まっているグミ、またマシュマロ。近年では、コンビニで販売されているラーメンなどのスープ。以前は液体だったものがゼリー状になっており、電子レンジで温めるとスープになる。

この他、介護食や嚥下食にも不可欠だ。高齢になると咀嚼力や飲み込む力、つまり嚥下力が低下するが、これを補うのにゼラチンを使用する。例えば嚥下食は、食材を柔らかく調理し、ミキサーにかけるなどしてペースト状にし、さらにゼラチン、あるいはゲル化剤を使いゼリー状にする。こうすることによって飲み込みやすくなる上に、気管に入ってしまう誤嚥のリスクを下げることができる。

医療用では、薬のカプセル、錠剤のツヤ出し、湿布剤、止血剤など。

コラーゲンペプチド（旭陽化学工業）

工業用は、写真フィルムや印画紙。表面に薄く塗布された写真乳剤にゼラチンが使用されている。その他、印刷材料など。

また、コラーゲンは身近なところでは、ソーセージ、つまり腸詰めの腸の代用となるケーシング。化粧品の素材、医療品の材料として使用されている。

●ペプチドの開発で健康食品などに拡大

一般の人たちが日常生活の中でコラーゲンという名前を耳にし、目にするようになったのは、ここ20～30年のことではないだろうか。そこには、コラーゲンペプチドの開発がある。

コラーゲンペプチドは、コラーゲンを酵素で分解し分子量を小さくしたものだ。分子量は、数百から1万程度と、約30万と言われるコラーゲンと比べると格段に小さい。その結果、コラーゲンペプチドは、次の特徴を有している。

・冷水にも溶けやすい
・ゼラチンと異なりゲル化しない（固まらない）
・体に吸収されやすい

開発されたのは、1970年代。それ以降、効果や使用法の研究が進められ、そのエビデンスが蓄積されると、ペプチドを使用した製品が盛んに開発されるようになった。

まず登場したのが、ヘアケア製品。1990年代から2000年代には、美容ドリンクやサプリメントと健康食品分野での採用が進んだ。さらに美容への効果が確認されると、コラーゲンペプチドを使用した化粧品の開発が盛んになった。

さて、ゼラチンの項で工業用の用途として写真フィルムを挙げたが、1990年代からの急速なデジタル化によって、フィルムは市場から消えたと言っても過言ではない。写真フィルムのトップメーカーは、富士フイルムだが、同社が現在、テレビなどでコマーシャルしているのは、美容液や乳液などの基礎化粧品だ。華麗なる転身であると同時に、コラーゲン＆ゼラチンの成長性を示唆しているようにも思える。

では、コラーゲン＆ゼラチンは、どのくらいの市場規模なのだろうか。

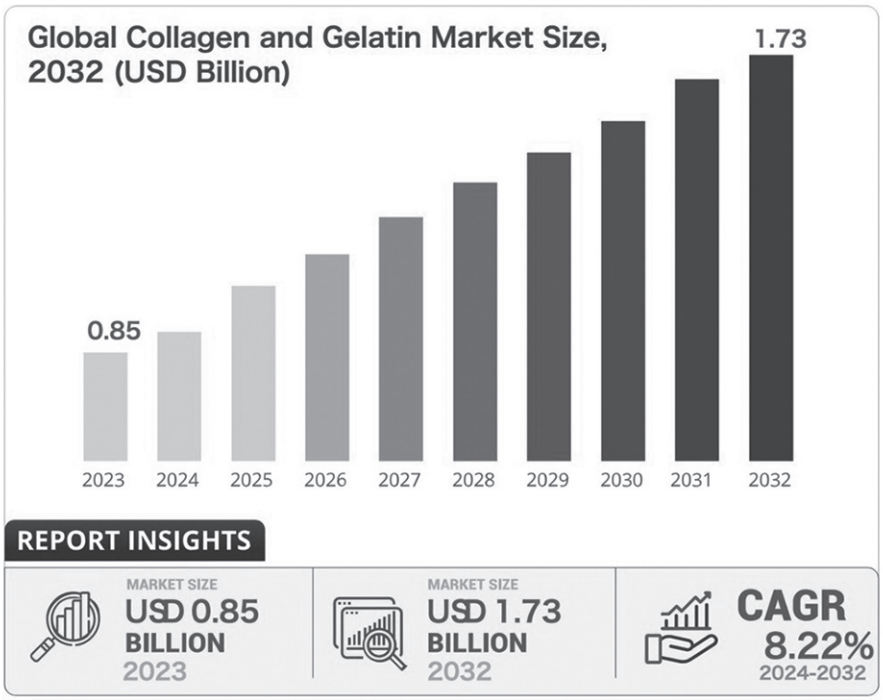
〈グラフ：コラーゲン＆ゼラチンのグローバルマーケットサイズ〉（次ページ）は、“Business Research Insights”というインターネットサイトに掲載されていたものだ。

2023年の世界のマーケットサイズは、8兆5000億ドル。それが2032年には、17兆3000億ドルに。1ドル＝150円で換算すると、1275兆円が2595兆円に成長する。伸び率は、203.5％となり、10年間で倍増だ。

成長の要因として考えられるのは、特に先進国における高齢化の進展によって、介護食などの食品や美容など既存分野での需要拡大。また今後は、特に医療分野での活用が期待されている。

具体的には、寝たきりになった高齢者の床ずれの改善、歯周病への対処、血管の若

〈グラフ〉コラーゲン＆ゼラチンのグローバルマーケットサイズ



「インターネットサイトBusiness Research Insights」より　〈注〉BILLION＝10億　CAGR＝年平均成長率

返り、高血圧・高血糖値の改善、さらには再生医療の分野。既にiPS細胞が生育する足場としての活用が進んでいる他、今後は、人工皮膚や人工骨だけでなく、血管や角膜など組織の再生に対して、コラーゲン、ゼラチン、コラーゲンペプチドの利用が期待されているという。

コラーゲンやゼラチンは、副生物を廃棄することなく活用することによって環境の持続可能性、さらには命の持続可能性に貢献していると言えるかもしれない。

【参考文献・資料・インターネットサイト】

・『屠場文化 ― 語られなかった世界』桜井厚・森衛編、創土社、2001年刊
・『コラーゲン ― 基礎から応用』東京農工大学硬蛋白質利用研究施設編、インプレスR&D、2020年刊
・『広辞苑』第７版　新村出編、岩波書店、2018年刊
・新田ゼラチン コーポレートサイト https://www.nitta-gelatin.co.jp/ja/index.html
・新田ゼラチン「コラーゲン完全バイブル〈ダイジェスト版plus〉」https://www.nitta-gelatin.co.jp/ja/business_activites/market/health/promos2/04/link/Collagen%20Perfect%20Bible_jp.pdf
・インターネットサイトBusiness Research Insights https://www.businessresearchinsights.com/jp/market-reports/collagen-gelatin-market-106958