

019

令和7（2025）年度
熊本大学法学部
学校推薦型選抜Ⅰ（ア）問題
小論文

試験時間 120分

ページ・・・1～5

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この小冊子は開かないこと。
2. 試験開始後、問題用紙、解答用紙、下書用紙が揃っているかを確認すること。
3. 解答用紙すべてに受験番号を記入し、氏名は記入しないこと。
4. 解答は必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。なお、解答用紙の追加は認めない。
5. 配布された解答用紙は持ち出さないこと。
6. 試験終了後、問題用紙および下書用紙は持ち帰ること。

【問題】

次頁からの〔文章一〕および〔文章二〕は、動物に由来する細胞から肉を人工的に生産する培養肉というテクノロジーについて論じた文章である。これらの文章を読んで、以下の〔問一〕および〔問二〕に解答しなさい。

〔問一〕

〔文章一〕の内容を六〇〇字以内で要約しなさい。

〔問二〕

〔文章一〕および〔文章二〕を参考にしつつ、培養肉というテクノロジーが突きつける社会的課題がいかなるものであるのか、その課題に対していかに取り組むべきであるのかについて、理由を付して、あなたの考えを六〇〇字以内で述べなさい。

【出典】

竹内昌治・日比野愛子『培養肉とは何か？』（岩波書店、二〇二二年）五～一〇、三二～三五頁。なお、本文の一部と注を省略した。

スーパーに行けば簡単に肉が買えるのに、なぜ今、培養肉が注目されているのか。人類の食肉の歴史から振り返ってみよう。

人類の食肉の歴史は数百万年前にさかのぼる。まずは狩猟の時代。外に狩りに出かけて、成功すれば肉にありつくことができた。食べたいときに、肉を食べたいという欲求から数万年前に畜産の時代が始まった。これにより、多くの種類の肉を食することができるようになった。ただ、その畜産も、このままでは拡大することができなくなる、という岐路に立っている。そこで出てきたのが、肉は「育てる」から「つくる」時代。すなわち食肉は三世代目に入ってきている。

なぜ、畜産が拡大できないような事態になってきたのか。理由には、食肉需要、環境負荷、衛生管理、そして動物福祉の四つがあげられている。

まずは、食肉需要に関して。世界の人口を考えると、約三〇年後の二〇五〇年には、一〇〇億人に近づく試算されている。食肉は所得水準に左右されやすく、高所得な国ほど、その消費は高くなる傾向にある(図1-1)。今後、成長が著しい新興国が豊かになると肉の消費が増え、二〇五〇年までにウシ、ブタ、養殖魚など、さまざまな肉の消費が増加すると試算されている(図1-2)。国連食糧農業機関(FAO)の試算では、肉の生産量を(現在よりも一億トン以上多い)四億七〇〇〇万トンに増加させる必要があると予測されている。

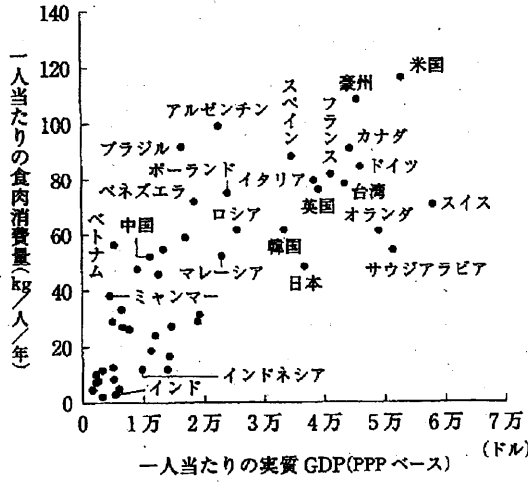


図1-1 各国の所得水準と食肉消費量。FAO(国連食糧農業機関)の2011年のデータとIMF(国際通貨基金)の2015年のデータをもとに、三井物産戦略研究所作成の図を改変

肉を生産する際に必要な水は一・五万リットル、飼料は一・一キログラムを超える(農水省試算)。ごく最近、牛肉消費を二〇%減らすだけで、森林破壊を半減できるという研究報告も出てきた。地球上の二九%が陸地であり、その七一%が居住可能な土地だが、その半分が農業に使用されている。さらにその農業用地の七七%が畜産に使用される放牧地や飼料生産に使われていることがわかっている。ただし、そこから生産されるカロリーは全食料の一八%、タンパク質は全体の三七%にすぎない。

衛生管理の視点からも課題が指摘されている。たとえば、毎年、鳥インフルエンザや豚熱に關するニュースが話題になる。感染が確認された場合、その農場の家畜をすべて殺処分するなどの対応が、蔓延を防止するために求められている。このほか、口蹄疫などの家畜疾病やBSE(牛海綿状脳症)などの人獣共通感染症などもあり、これらを防止するには、多大な労力が必要である。病原菌を死滅させるために抗生物質が開発されるが、すぐに耐性菌が現れ、いちいちこっかが続く。米国で販売される抗生物質の三分の二は、人間ではなく食肉になるウシやブタ、ニワトリに使われており、その結果、家畜は抗生物質耐性菌の温床となり、われわれの健康を脅かすことも

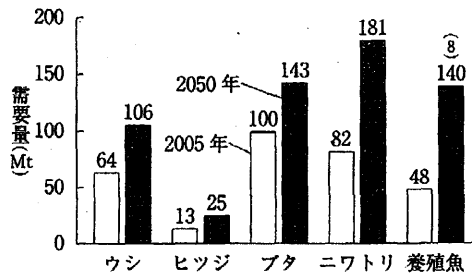


図1-2 世界の食肉需要予測。FAO(2015)・FAO(2012)のデータよりグラフを作成

指摘されている。

最後は、動物福祉の観点である。動物の商品化による食肉の大量生産・大量廃棄の考えのもとに成り立った、現在の動物搾取・コスト重視の実態の見直しが迫られている。動物の快適性に配慮した管理、フードロスなどによる命の無駄をなくす仕組みの構築は魚眉の急となっている。たとえば、世界で一年間に廃棄されている肉をウシに換算すると、約七五〇万頭分がフードロスとして廃棄されている。

このように、人口増加とともに食肉需要が高まるが、主要な方法である畜産は、環境負荷や衛生管理、動物福祉の観点からその拡大には慎重な議論が伴う。もちろん、畜産業でさまざまな対策が試みられているが、さらなる選択肢を求め、従来食肉を見直す動きが高まっている。

代替肉の登場

であれば、畜産に頼らない食生活をしよう、という動きが欧米を中心に盛り上がってきた。たとえばニューヨーク市議会では、二〇一九年に高級食材フォアグラの提供を禁止する条例が可決された。アヒルやガチョウの肝臓を強制的に肥大させる飼育法が非人道的であるというのが理由だ。また、ケンブリッジ大学やオックスフォード大学など、英国では牛肉は環境負荷が高いという理由で、食堂での牛肉の提供を禁止する大学が続々と現れている。さらに、若い世代でベジタリアンやビーガンが増えており、肉を食べずに野菜や昆虫からタンパク質をとろうという動きも顕著になってきている。このようなことを背景に登場したのが、畜産の肉に代わるタンパク質を食べる流れ、すなわち代替肉の登場である。

代替肉といっても、まったく新しいコンセプトではなく、歴史を振り返れば、肉もどきは日本人になじみ深い。鎌倉時代に禅宗の広がりとともに、精進料理が発展し、大豆やこんにやくを使ってつくる肉もどきが広がってきた。現代でも和食文化の発展にこの精進料理は欠かせず、重要な食文化となっている。ただ、いわゆる肉もどきを本当の肉と間違えうほどの食材に仕上げるまでの発展はなく、日本では見立て料理やもどき料理として楽しめる範囲であった。

一方、欧米では、二〇一〇年頃から、より肉の味と見た目を重視した植物性の肉が登場している。大豆やエンドウ豆をベースに本物そっくり仕上げられ、植物肉(plant-based meat)とよばれる製品が台頭してきた。たとえば、スタンフォード大学の教授だったバトリック・O・ブラウン博士は、二〇一一年にインポッシブルフーズを設立した。大豆タンパク質やココナッツオイル、ひまわり油などを用いたミンチ肉状のペーストに、大豆ヘムタンパク質を混ぜ込むことで、圧倒的に肉らしい味を与えることを発見したのだ。大豆の根に含まれるレグヘモグロビンというタンパク質の遺伝子を見つけ、酵母に注入することで、酵母から大量に大豆ヘムタンパク質を生成することに成功した。遺伝子組み換え食品にあたるため、日本では広がっていないが、欧米では、ほとんどのファストフード店で食することができる。筆者(竹内)もサンフランシスコで食べる機会があったが、通常のハンバーガーと区別がつかないほど、味と食感は再現されていた。

余談ではあるが、植物性の肉はコロナ禍でその認知度がさらに広がった。米国の肉の消費量は日本の倍くらいで、毎年一人当たり二〇キログラムが消費されており、肉のない生活は考えられない。コロナ禍で、畜産業者にクラスター感染が起きて肉がとれなくなると、スーパーに肉が並ばなくなるといふ事態に陥った。そんな中、棚の片隅に「肉のような」製品が置いてあった。よくよく見ると植物肉と書いてある。客が仕方なしに買って食べてみると、意外に美味しかった。……、ということ、植物肉の認知度が増し、株価が一時急上昇した。

植物肉の広がり、日本でも一般的になってきている。しかし、カロリーがそれほど変わらないことと、動物性の栄養素をとることは難しいことから、動物の細胞からつくる肉、すなわち培養肉 (cultured meat, cell-based meat) の研究もさかんになってきた。動物由来の細胞からなるため、将来は、家畜に頼らずに本物の肉を実現できる。この点から、環境にも動物にもやさしい肉として、注目を浴びている。

〔文章二〕

培養肉が社会に浸透するためには、三つの課題をクリアする必要がある。「技術」「文化」「規制」である。技術に関しては、いかに本物に近く、美味しい肉を、安く、速くつくることができるといふことだ。文化に関しては、美味しい肉をつくれたとしても、それが社会に受容され、新しい食文化が生まれなければ、浸透はしない。その文化をどのように醸成するか。そして、最後の規制に関しては、多様な製造方法でつくられた培養肉をどのようなカテゴリーに分け、安心して消費者にわたすためのルール形成をどのように行うか、ということである。後の二つは次章以降で扱い、ここでは技術に関して議論する。

現時点でできているものは、単に筋線維が配向した組織である。ここに、脂肪組織が混ざりだした。味は、脂肪と赤身(筋線維から成る組織)だけでも成立する可能性があるが、厚みのある培養肉を作製するためには、肉の中にまで養分が供給できるように血管構造と、培養液が灌流する構造を、どのように作製するかである。細胞を大量に培養するための方法、どこから美味しい味が生じるのかという知見、味つけ、安全性評価などなど、課題は多い。

現在においても、生体内と同じような構造と機能をもつ組織を、体外でまったく同じようにつくり出した例はない。体温と同じ環境で、同じ物質を使って培養しても、同じ組織になるわけでも、増殖が起きるわけでもない。なぜそれができないかは、現在の生命科学が抱える大きな謎の一つであり、今後何十年かけても解決できるかわからない問いである。培養肉研究は、このような問いに挑戦する営みでもある。

ただ、生体とまったく同じものができないと、売れないか、産業は起きないかといえば、それは別の話である。現在、さかんに販売されている植物肉などは、肉に近い食感や味を出すことができるようになってきている。これらの技術と細胞を結びつけることで、前述した組織工学的な手法を採用しなくても、美味しい肉をつくることはできる。カニ肉はできなくてもカニカマはでき、カニ肉に近いカニカマができれば産業になる、というのと同じである。

産業になる美味しい肉をつくることは、社会的課題の解決において重要であるが、筆者らの興味は、もう少し学術的な部分にもある。先に述べたように、培養肉をつくる営みは、「体外で体

内と同様の組織をつくり上げる」という生命科学における大きな課題への挑戦でもある。また、一つひとつの細胞をボトムアップ的につくり上げる手法は、これまでの発生学的な組織形成とはまったく異なることから、「どの時点で味が生まれるのか」など、味の本質に迫る研究にも発展し、基礎科学としても大きな意義があると考えている。

このような研究は、当然ながら一つの研究分野だけでできることではない。工学、医学、生物学、化学、食品科学、人文社会学などの異分野融合型の研究体制を構築することで、新しい学術分野が拓けることも期待している。こうした基礎研究と、産業展開に向けた応用開発の両輪がうまく連携することによって、この分野が発展していくと考えている。

よく、代替肉が主流になれば、既存の畜産の文化はなくなるのではないか、畜産業が圧迫されるのではないか、という懸念を聞く。筆者は、畜産業がなくなるとはまったく思っていない。もちろん、宇宙や海底など、畜産が著しく難しい極限地域で長期間過ごそうとすれば、代替肉などの第三の肉が重要になってくる。地上においては、たとえ肉だけつくれるようになっても、革製品や豚骨、コラーゲン、牛乳など、動物由来の製品すべてを体外で生産できるようになるには相当長い月日を有する(もちろん、トライは進んでいる)。また、畜産業が現在抱える課題に動物福祉や環境問題などがあるが、これは畜産業の中でも非常にホットな課題として取り上げられており、欧州では家畜の飼育ルールの厳格化や、低タンパク質飼料利用による排せつ物管理や低メタン産生牛の育種による温室効果ガスの削減など、技術開発も進んでいる。各業種で、問題解決に向けて努力することで、これまでの食文化を維持しつつ、新しい食文化を受け入れる環境が整うことが理想である。

今後の培養肉の進化は、どのような道をたどるだろう。すべて筆者の主観であると、あえて言いついて添えて述べる。

現時点では、植物肉などのハイブリッド肉が主流であるが、動物細胞が主体となったミンチ肉やバーガーなどが市場に出てくるのもそう遠い話ではないだろう。その先に、ステーキ肉などの塊肉が登場し、品質も天然肉に近づく開発が進むと思われる。種類や機能性も幅広くなり、たとえば、ウシ以外にブタ、トリ、ヒツジなど多種の肉や、マグロ、エビ、ウナギ、クジラなど、いわば海鮮肉なども登場する可能性がある。機能においては、高タンパク低脂肪の肉や、生食が可能なお肉など、高付加価値がついた機能性のある肉が登場するだろう。また最終的には、これまでの肉を超越したものが出てくる可能性がある。たとえば、天然肉には血管や神経、リンパ管など、赤身や脂肪以外にもさまざまな器官が存在しているが、培養肉の場合は、それらを除いた状態をつくり上げることができるので、体内では決しておくことができない肉をつくることができるようになる。そのような肉が、天然肉よりも美味しいと評価されることもあるかもしれない。

現在、美味しさの評価は、数値で示すなどの客観性を与えることは難しく、時代や生活圏、体調などによっても異なる。培養肉技術が発展し、一から肉をデザインできれば、われわれがまだ知りえなかった、美味しさの本質の解明や、新しい美味しさの発見ができるかもしれない。