

# 道徳教育における「食」への科学的アプローチ

—— 腸内細菌叢が与える道徳的行動への影響に着目して ——

鎌水 浩<sup>1)</sup>

## Scientific Approach to “Food in Moral Education”:

Focusing on the Influence of the Intestinal Microbiota on Moral Behavior

Hiroshi Yarimizu

### Abstract

Nutrition education occupies an important position in school education in Japan, and is often discussed in moral education classes. However, most of the content is shallow and not emphasized. In recent years, however, it has become clear, for example, that the healthy state of human beings is the result of the stability of the intestinal microbiota, and that the intestinal microbiota can develop ASD and other disorders. It is revealed that the human intestinal microbiota has a significant impact on the brain, as evidenced by the fact that a poor intestinal microbiota status increases the likelihood of developing ASD and other disorders. Therefore, it is conceivable that moral behavior is also influenced by the state of the intestinal microbiota. In this paper, we will confirm the importance of food-related moral education and examine the specific content that should be studied.

**Key words:** intestinal microbiota, moral education, Ethics class, symbiosis, soil bacteria, supernormal stimulus

**キーワード:** 腸内細菌叢, 道徳教育, 食育, 共生, 土壌細菌, 超正常刺激

## 1. はじめに

本論文は人間の腸内細菌と脳との関係において、その影響が道徳的、また道徳性に反する行動にまで及ぶ可能性を示した上で、「食」に関する道徳教育の重要性を確認するとともに、具体的に学習すべき内容について検討するものである。

食については平成17年7月に施行された食育基本法前文において「子ども達が豊かな人間性をはぐくみ、生きる力を身に付けていくためには、何よりも「食」が重要である」と示されており、

また平成20年3月に告示された小・中学校の学習指導要領では、その総則に「学校における食育の推進」が盛り込まれるといったように、学校教育の中でも食育として確かな地位を築いているといえる。実際の食育の授業としては、主に家庭科関連科目や保健科目の授業の中で諸食材の栄養素や調理法、食事マナー等として取り扱われている。

一方、道徳教育においては、食品ロスといった社会情勢もあり「食べ物を大切にする」、また命のあるものを食していることから「生命の尊重」、さらには「生活習慣の確立」といった内容をテー

1) 育英大学教育学部教育学科児童教育専攻

マとして食育に関連した授業が広く行われている。食の重要性からすれば道徳教育においても、このような形で取り上げられるのは当然といえるだろう。ただし授業で取り扱うべき内容を示した「特別の教科 道徳」の「内容項目」には、直接食について言及した記述というのは一切見当たらない<sup>1</sup>。そして扱われている教材の内容もそれほど具体性のあるものではなく、どちらかといえば食に関するステレオタイプの良識を持たせる程度のものであり、全体からすればいわば傍流の扱いである。飽食の時代である今日では半ば忘れられているといつてよいが、生物としての人間にとって食餌行為というのは、当然ながらそれなくして生命を保つことができない最重要な活動である。本来ならば道徳教育においても、それが当たり前といった所与的な位置付けで済むものではないだろう。

このことを裏付けるのが、近年の応用健康科学や細菌学の知見である。それによれば一部の腸内細菌による人体に必要な栄養素や脳内伝達物質の恒常的な産生は、心身ともに健全な状態の維持に重要な役割を果たしている。その一方で現代風の食事内容に起因する腸内細菌叢（腸内マイクロバイオータ）の状態の悪化は、ASDや発達障害様の症状を発症させる可能性が高いことが報告されている<sup>2</sup>。さらには腸内細菌の餌となるのは個人が摂取する食品だが、その基本的な食材である農産物や畜産物、養殖水産物では抗生物質の多用による病原性耐性菌の残留が見られたり、見栄えや口当たりの良さを求めるこれまでの継続的な品種改良によって、農作物本来の栄養素がかつてのものに比べ低下したりしていることも指摘されている。これらの知見は現代社会においては腸内細菌叢のバランスが乱れやすく、それによって脳へ悪影響を与えている場合があることを示している。つまり道徳的あるいは反道徳的な行動というのは、腸内細菌の状態に左右される可能性が存在するのである。

こうした点から考えれば、道徳教育の分野にお

いても人間の道徳性と食餌行為との関連性を考慮する内容について、さらに重視していくことの検討がなされるべきだろう。そこで本論文では腸内細菌のどのような働きが人間の行動を道徳的に健全な状態に保ち、また道徳性に反するような行動につながっていくかという機序を示した上で、これらの科学的知見に基づいた道徳教育の内容を検討していく。

## 2. 先行研究と本研究の位置づけ

道徳教育の立場から食を取り上げた研究はそう多くはないが、中心となるのは食育の重要性を訴えたものである。その中でも佐藤（2018）は、文科省編集道徳教材である「私たちの道徳」小学校版及び中学校版を通して「道徳学習内容項目」の中で食育に関連すると考えられる部分を具体的に挙げた上で、内容項目における4つの柱（視点）「1 主として自分自身に関すること 2 主として他の人とのかかわりに関すること 3 主として自然や崇高なものとのかかわりに関すること 4 主として集団や社会とのかかわりに関すること<sup>3</sup>」のいずれもが食育に関わり、児童生徒の道徳性を育成する過程において大切な役割を担っていると述べている。

また伊藤（2019）は、人間独自の食習慣である「共食」に着目し、保育所における給食場面の観察を通して道徳教育の立場から食育についての考察を行っている。それによれば、仲間と食事を共にする共食というのは、笑いやユーモアも自然な形で生まれ道徳的にも有効な場となり得るものであることから、道徳教育としては規範を守った上でその場での自由な活動を保障していくという立場になる。だが、実際には共食場面の笑いにはブラックユーモア的な振る舞いや、その場での行動の失敗に対する攻撃的なものも含まれていることが少なくない。したがって共食場面における私的空間においては、そのような問題も存在すること

を確認した上で、食育をテーマにした道徳授業展開の際には「考え、議論していく」必要があることを指摘している。

食が我々の生活の中で重要な位置づけとなるものであることは間違いなく、そのことからすればこれらの研究のように道徳教育においても取り上げるべきであるという主張は至って妥当なものである。では実際にどのような視点からアプローチしているかといえば、たとえば前掲「私たちの道徳」や各道徳科教科書を見る限り、生活習慣やものの大切さ、食事の場でのマナー、食文化の尊重といったものであり、関連の研究もそれに沿ったものとなっている。

確かに現代の飽食の時代では、まずは食についての関心を高めることが重要であり、そのためには食育を道徳教育の分野でも積極的に取り扱うことが必要である。だがそれだけでは、いわば食そのものの主体性に欠けた状態となり、道徳教育での総花的な取り扱いの中の傍流としての一分野に過ぎないことになってしまう。食の重要性を考える上では、道徳教育と食とをさらにダイレクトに結びつけるアプローチが求められるところである。

ここでポイントとなるのは科学的な視点であろう。食材の種類や食事の内容によって生命維持や身体的な健康だけでなく道徳性についても大きく影響するということになれば、否が応でも道徳教育においても実効的な視点で取り組まざるを得なくなる。そこで本研究では、近年研究の進展が著しい応用健康科学や細菌学における腸内細菌と脳との関係についての知見に焦点を当て、腸内細菌叢の状態によって道徳的な行動が維持されやすくなったり、また逆に反道徳的な行動を結果的にとりやすくなったりする可能性を示す。その際に重要となるのは、食材の種類や内容と食事の栄養バランスである。

現代の食の状況というのは健康に貢献するかどうかというのも大きな要素ではあるが、専ら重視されているのは味や風味、口当たり、そして価格

である。特に子どもを取り巻く状況は、子ども食堂の普及に示されているように親の貧困や養育困難な諸状況による家庭での食の提供の不足や、いわゆる個食や孤食の増大が問題となっている。結果的に食材としても食事内容としても問題があるケースが顕在化してきている<sup>4</sup>。これらのことというのは、もちろん実験観察等によって実証されているわけではないが、食事内容の問題が腸内細菌叢に悪影響を与えることにつながり、それによって例えばイライラが増して結果的に反道徳的な行動へとつながるといった可能性は否定できないであろう。

本研究は、これらのことから道徳教育においても人体が腸内細菌をはじめとする微生物コミュニティであるマイクロバイオーームと共生関係にあり、食材や食事メニューは単に体だけではなく心の健康にも大きく影響している、といった科学的なアプローチを取り入れることを主張するものであり、こうした視点はこれまでの研究には見られない斬新なものであるといえるだろう。そしてその上でその視点に沿った形で具体的に道徳授業において取り上げるべき事項を示していくことになる。仮に食材や食事メニューが登場する道徳授業を展開するとしても、そこで示す内容の根拠はこれまでの教材とは根本的に異なることになるのである。

### 3. 人体とマイクロバイオーーム、腸内細菌

我々人間は普段意識するしないにかかわらず、その体内や体表には細菌や真菌、アーキア（古細菌）さらには寄生虫も含む原虫といった微生物がつくる無数のコロニーが存在している<sup>5</sup>。無論これらは人間だけでなく他の生物や地球のあらゆる環境下においても繁殖し様々なコミュニティ築いている。これらのマイクロバイオーームはその総数を考えると天文学的な数値に匹敵するほどのものとなる<sup>6</sup>。

人体におけるマイクロバイオーームで特に重要な

役割を果たしているのは腸内細菌叢（腸内マイクロバイオータ）である<sup>7</sup>。人間の場合、腸内に存在し活動している細菌は約 1000 種類であり、100 兆個に及ぶ。人体の細胞数は 10 兆個であるからその 10 倍である。また人間の遺伝子数は 2 万 3 千であるが腸内細菌の遺伝子数を総計すると 200 万に達する。これらの細菌はただ腸内で居候のごとく生息しているだけではなく、人間とは共生関係にあり人体に対して大きな影響を与えている。

膨大な数に上る腸内細菌を一般的に知られているように大まかに分類すると、人体に好影響を与える乳酸菌やビフィズス菌などのプロバイオティクスであるいわゆる善玉菌、数によっては人体に深刻な病理をもたらすウェルシュ菌や病原性大腸菌などのいわゆる悪玉菌、そして普段は何の影響ももたらさないがどちらかが優勢になると加勢するバクテロイデス属やカンジダ菌<sup>8</sup>などのいわゆる日和見菌となる。これらの一般的な腸内での割合を見ると善玉菌が 2 割、悪玉菌が 1 割、そして日和見菌が 7 割である。腸内細菌の多くは嫌気性であり酸素が存在しない人体の腸内でしか生息できない。そして生きていく栄養源は人が食べる食品である。

善玉菌の働きとしては次のようなものがある。まず人体に必須の栄養素を産生することである。多くのビタミンは食物から小腸から吸収される一方、大腸においても腸内細菌の代謝活動によって産生され人体に吸収されている。具体的には栄養素をエネルギーに変換する際に必要なビタミン B 群、また骨を強固にし血液凝固に必要となるビタミン K である<sup>9</sup>。そしてドーパミンやノルアドレナリン、セロトニンなど人間の感情とも大きく関係する脳内神経伝達物質もその多くは腸内で細菌によってつくられている。これらは脳と末梢器官を結んでいる迷走神経を介して脳内部へ送られている（須藤 a, 2017）。特に「幸せホルモン」などとも言われ衝動的な感情を抑制し、精神を安定させる働きのあるセロトニンは脳内には全体の

2%のみ存在し、90%は腸にあって腸管の蠕動運動に関与している。さらには腸の炎症を抑制し粘膜の修復を行う酢酸や酪酸などの短鎖脂肪酸も善玉菌が産生している（須藤 b, 2017）。これら善玉菌は主に食品に含まれる食物繊維を栄養源として、それを取り込む代わりに先に挙げた物質群をつくり出し人体に提供しているということになる。

腸内は先に挙げた割合で安定した状態となっている場合は弱酸性に保たれ、悪玉菌がそれ以上増えることはなく病理的な状態に陥ることもない。だが各細菌のバランスが乱れるディスバイオシスの状態になると悪玉菌や日和見菌が増殖し人体に悪影響をもたらす。腸内に存在する細菌の種類そのものは常在菌として 3 歳ごろまでに個人ごとに決定するともいわれ（橋詰ほか, 2018）、たとえば医療行為における抗生物質の乱用によって一部の細菌が死滅するようなことがない限り変化はない。あるのはその割合である。したがって望ましい割合をいかに維持していくかが食の上で重要なこととなるのである。

#### 4. 人間の行動への影響

地球上の微生物はその発生以来ありとあらゆる環境に適応するよう遺伝子を変異させニッチを開拓してきた。これは動物、また人間の体内においても同じであり、腸内細菌は前項で見たように自らが食餌を与えられ生き延びていく代わりに様々な栄養素や神経伝達物質となり得る化学物質を合成、産生することで相利共生の関係を築いてきた。その意味で人類は腸内細菌と共進化してきたのである。

だがこの場合、相利共生といっても人間の通常の生理的活動を維持していく上では腸内細菌に依存しているということにもなる。つまり人間も含めた動物の行動というのは、腸内細菌の生存を第一にするように行動がコントロールされていると

ということにもなるのである。実際、腸内細菌ではないが微生物が動物や昆虫の行動に大きな影響を与えている例として次のようなものが知られている。

原虫（寄生虫）の一種であるトキソプラズマはネコを宿主としその腸管に生息しているが、ネコの糞便とともにそのオーシスト<sup>10</sup>が体外へ排出される。その糞便を中間宿主であるネズミが摂取するとオーシストは体内で活性化してネズミの脳内に侵入する。その結果脳の機能障害を起こしたネズミは本来忌避するはずのネコの尿に引き寄せられるようになり、やすやすと本来の宿主であるネコの餌食になる<sup>11</sup>。また同じく水生の原虫であるハリガネムシは幼生の段階において、カマキリなどの水生昆虫の捕食によってその体内に侵入するとそこで成長し、やがて水面の反射光に含まれ、電磁波の振動が水平方向に偏った「水平偏光」を目印にさせて宿主の脳を操り、成虫の生息域である川や池に飛び込ませる（Obayashi et al, 2021）。さらに狂犬病ウイルスによる狂犬病では罹患した犬などの動物は、ウイルスを含んだ唾液を垂らしながら狂躁状態となって目の前にあるもの全てに噛みつこうとする。この行動によってウイルスは宿主を増やし増殖を図るのである。

このようにトキソプラズマやハリガネムシにしても、また狂犬病ウイルスにしても自らの繁殖のために宿主の行動を都合の良いように操るのである。もちろんこれらは偏利共生の例であり、またトキソプラズマや狂犬病ウイルスは人間にも感染し、重篤な症状があらわれることになるにしても、さすがにネズミやカマキリのような行動を起こすことはない。だがこうした極端な例ではないが、腸内細菌によって行動の傾向が変わるということは動物実験では現実に見られる。

Heijtzら（2011）は、通常マウスの腸内細菌を全て取り除くと、痛みにさほど反応せず落ち着かない行動をとるようになることを報告している。また幼少期に無菌環境で育ったマウスでは、腸内

細菌叢が通常と比べ大きく変化し、それに並行して社会性の低下と不安の増大する（上村, 2020）。こうした無菌マウスの前頭葉や海馬を通常のマウスと比較すると、神経細胞の生存維持、神経細胞同士を結合するシナプスの樹上突起の伸長促進、神経伝達物質の合成促進などの作用があるBDNF（脳由来神経栄養因子）の濃度が著しく低下していたが、無菌マウスに通常マウスの腸内細菌を移植することによってその濃度は回復した（Bercik et al, 2011）。さらに無菌マウスにプロバイオティクス製剤を2週間投与したところ、不安行動が治まることが観察された（Messaoudi et al, 2011）。

では人間の場合はどうだろうか。食物繊維の摂取が少なくなるとそれを栄養源としている善玉菌は数を減らすことになる一方、食品から食物繊維を取り除いた精製デンプンや砂糖の大量摂取はそれを好むカンジダ菌の数を増やすことになり、結果として悪玉菌の増殖を利するディスバイオシスの状態を引き起こす。実際ASDの小児の便には全体として腸内細菌の種類が少なく、ピフィズス菌など善玉菌が一般に比べ減少しているのに対して、悪玉菌であるウェルシュ菌などのクロストリジウム属菌が多く検出されている（Parracho et al, 2005）。このディスバイオシス状態というのは、小腸においては腸壁の不安定化をもたらす。具体的には小腸粘膜同士のつながりの部分であり、その細かい隙間から水や英要素のみを吸収するタイトジャンクションが緩み、本来なら小腸を通過するタンパク質や細菌などが外に漏れてしまう。この状態がいわゆるリーキーガットである<sup>12</sup>。この結果それを察知した免疫細胞が活性化し、炎症反応が起こるのである。そしてその際に免疫細胞から分泌され細胞間の情報を伝達する炎症性サイトカインは脳関門をくぐり抜けて脳にまで達することになる。

脳に達した炎症性サイトカインは、脳内でニューロン細胞をバックアップするグリア細胞のうちの一つであるミクログリアを刺激することに

なる。ミクログリアは、脳内において唯一の免疫細胞であり、ニューロン細胞やニューロン細胞同士の信号を伝達する部位であるシナプ스에異常があれば、それを取り除き正常なものを産生させていく機能がある。また人間の出生初期から幼児にかけてというのは、脳内ではシナプスが過剰に形成され、環境や感覚に依存して「刈り込まれる」ことが知られているが、これらの活動を担っているのもミクログリアである。この刈り込みによって環境に順応し精緻化された神経回路が形成され正常な情報処理が行われるようになる。このように非常に重要な役割を持つミクログリアだが、その活動が異常になると発達早期においてシナプスの刈り込みが正常に起こらなったり、必要以上に脳内の一部の部位が活性化したりする。こうした状況は ASD のような神経発達障害の病態をもたらす（和氣ほか，2017）。

これらの実験結果の一方、ディスバイオシスを解消するとどうであろうか。Messaoudi ら（2011）は 55 人の被験者にプロバイオティクスを経口摂取してもらったところ不安、抑うつ、ストレスのスコアが低減した。また Kang ら（2017）は、ASD と診断された 18 人の子どもに 2 週間の抗生物質治療を行った後、標準化されたヒトの腸内細菌叢を経口及びまたは直腸投与すると、ビフィズス菌をはじめとした腸内細菌の多様性が増加し、ASD の症状に改善が見られた。さらにメイヤー（2018）は、プロバイオティクスを 4 週間連続で与えられた 36 人の被験者に対して、負の情動に関する反射的なテストを行ったところ、統制群に比べいくつかの脳領域間の結合度合いが低下していることを示した<sup>13</sup>。このことは少なくとも情動反射レベルでは、腸内細菌によって人間の機能を測定可能なほど変えられるということをあらわしている。これらの報告は、上述したように乳酸菌やビフィズス菌がセロトニンを産生していることも大いに関係があるだろう。

このように善玉菌が減少し悪玉菌や日和見菌が

増殖するディスバイオシスの状態、そしてそれを解消したバランスのとれた腸内細菌叢の状態というのは、結果として人間の精神疾患や精神状態にも大きく影響することになるのである。もっとも上述したように人間の個々の腸内細菌叢というのはその最近の種類自体は基本的に一定年齢後は変化はせず、そのバランスが変わるだけである。その意味では通常の生活の中では、無菌マウスのように腸内細菌そのものが存在しないということもあり得ないだろう。だがそれに近い状態を引き起こすのが抗生物質の乱用である。現在はその弊害が広く知られるようになったため、使用には慎重になっているものの、かつてはあらゆる医療行為において必ず抗生物質が処方されていたといっても良い状態であった。さらには後述するように食品からもそれを体内に取り込むような状況もある。これによって腸内細菌の種類が通常より少ない状態となり、病原性を持つ耐性菌のみが生き残り繁殖するということが起こり得るのである。

道徳的な心理というのは心が落ち着き穏やかな通常の状態でこそそれが内面化し、行動としてあらわれやすくなるといっただろう。ディスバイオシスの状態というのはこれまでの知見からすれば、気持ちが落ち着かず、他者とあまり接することなく、イライラしがちになったり、あるいは逆にうつ的な状態になったりしやすくなると考えられる。そのような状態では道徳的な行動を期待するのは難しく、結果的に反道徳的な行動の誘発にもつながるといえるだろう。一般的な道徳教育の場においてもその効果を最大化していくためには、通常の心理的な状態を確保していくことが前提となるはずである。

## 5. 現在の食品と腸内細菌

前項で示したようにディスバイオシスは心身の健全な状態を阻害するものであり人間の道徳的また反道徳的な行動に対しても影響を及ぼすと考え

られる。現実問題としてディスバイオシスをもたらしているのは現代風の食事内容である。

今日の日本では食料は有り余っており、食品ロスが大きな問題として挙げられているほどである。一般的にはスーパーなどで売られている食材や加工食品は、種類も豊富で口当たりもよくそれぞれの栄養的な価値を考慮して食卓に上げたり、食間用に多少つまむ程度にしたりすれば何の問題もなく、心身の健康維持は万全であると思われている。しかし現実には腸内細菌叢に対してダメージを与えディスバイオシスの状態に陥ってしまうことが、少なくとも次の3つの問題を通して考えられる。

1つ目は先にも挙げた残留耐性菌の問題である。現在の日本では農作物においては農薬の一環として、魚介類の養殖やブロイラーを中心とした畜産においては感染症予防と成長促進のための飼料添加物として抗生物質が多量に使用されている<sup>14</sup>。実際、現代の家畜というのは、狭い檻閉じ込められに効率的に太らせるために本来消化器系に合わないトウモロコシなどの飼料を与えられているため心身ともに大きなストレスをかかえており、病気にもなりやすい。

国としてはこれらを食品として出荷する際にそれらが残留しないよう法律で規制している<sup>15</sup>、抗生物質がそのまま残留していることはないだろう。問題はそれらに付着していたり内部に存在していたりする細菌叢である。抗生物質が多用されていれば当然ながら残っているのはそれに対する耐性菌である。これらは熱処理をするしないにかかわらず結局は人体に取り込まれることになる。結果として腸内細菌叢の構成を変えていくことになり中心となる細菌が悪玉菌だった場合は脳へも悪影響を及ぼすことになりかねないのである。

2つ目は、食材そのものの栄養価の問題である。現在栽培されている農作物というのは、もともと野生種だったものを人類が長い期間をかけて多量の収穫ができるよう品種改良を重ねてきたものだが、近年ではたとえば野菜果物関わりなくより甘

く食べやく、見栄えもよいものとしてさらに改良を加え続けている。その結果として野菜や果物本来の栄養価はかつてのものに比べて低下しているという指摘が少なからずある。たとえば米国での調査によればアスパラガス、インゲン、イチゴなど43種類の農作物を1950年と1999年の栄養分データを用いて、分析したところタンパク質の6%からリポフラビンの38%までの範囲で栄養価が減少していた (Davis et al, 2004)。また同じく米国での調査によれば、かつてオレンジ1個で摂取できたビタミンは現在では8個摂らないと同じにならない。肉についても2世代前の栄養素を確保するには2倍近い量が必要となる (ブラウン, 2022)。さらにヒトが消化するアミノ酸のうち9種は体内で合成不可能な必須アミノ酸だが、穀物のタンパク質に含まれるアミノ酸構成は偏りがあるため、単一の穀物に頼るのは必須アミノ酸が不足することになる (Chavan & Kadam, 1989)。

日本ではこうしたことは明確には確認されていないものの、懸念される実態は存在する。たとえば野菜を加熱調理する際、一般的には野菜から出る灰汁を嫌い取り除く傾向にあるが、灰汁には健康に有効なフィトケミカルと呼ばれるポリフェノール類やタンニンなどの抗酸化成分が含まれている。だが一般的にこのことは認識されていないため、現在は品種改良によってそれが出なかつたり少なかつたりするものが出回っている。江戸時代に各地で栽培されていた地域固有の作物は、現代のものとは異なり味が濃く香りも強いもので、その分栄養素が詰まっていたとの指摘もある (車, 2022)。このことは腸内細菌叢にとって決して良い影響を与えているとはいえないだろう。また畜産食材についても上述したような飼育法のため以前に比べ劇的に高脂肪となっており、こういった高脂肪食材を人間が摂取すると結果的には炎症物質がつくられることになる。

3つ目は現代の食生活上で多くの要素を占める加工食品の問題である。まず挙げられるのはこれ

までも種々指摘されている糖質の過剰摂取である。様々な加工食品に使用されている精製デンプンからは食物繊維が取り除かれており糖質は一層過多の状態になっている。また口当たりをよくしたり保存しやすくしたりするため総菜やスイーツ、ソフトドリンク等では砂糖が大量に使用されている<sup>16</sup>。糖質は日和見菌であるカンジダ菌、悪玉菌であるウェルシュ菌を含むクロストリジウム属菌の好物である。カンジダ菌は通常プロバイオティクスが多い状態では腸内は弱酸性で維持されているため繁殖が抑えられているが、いったん増殖するとディスバイオシスとなり、腹部の膨満感や下痢や腹痛、疲労感、不眠うつ等の症状をもたらす。またカンジダ菌やクロストリジウム属菌が糖質を分解するときには4EPSという毒素を産生する。この4EPSは迷走神経を介して脳へ到達する。その結果ニューロン細胞の軸索を包み込むミエリン鞘形成が抑制され、脳内の結合性が低下する(Needham et al, 2022)。一方、発酵食品にはセロトニン産生にも関わる乳酸菌やビフィズス菌等が多く含まれているが、保存しやすくするために加熱等によって殺菌処理される場合も多い。より多くの善玉菌を摂取する機会を逃してしまっているといえるだろう<sup>17</sup>。

これらの問題を全て解決していくには社会全体で取り組んでいく必要があるだろう。部分的にはそのリスクについてさかんに喧伝されているが、改善していくのは容易ではない。そのため、まずは人々の間にこうした問題への関心を高めていくことが重要となるのである。この意味で学校教育において、道徳的な観点からアプローチしていくことの意義は大きいものがあるといえる。

## 5. 道徳授業で取り上げるべき要素

ここまで取り上げた内容を踏まると、現在食育として学習されている内容に追加して、道徳授業の中で取り上げるべき要素としてはどのようなも

のになるだろうか。当然ながら多くの場合、科学的な知見をそのまま学習させたところで無機質的な印象をもたらすだけで効果はさほど期待できない。したがってそれらを理解させるために、どのような工夫が必要かを考察するところが教育学の役割であるともいえるだろう。以下重要なものを何点か挙げていきたい。

### ① 微生物と人間との共生

細菌や真菌また原虫という我々人間にとってみれば感染症を引き起こす病原体であり、駆逐すべきものというのが一般的な認識であり、「～菌」という呼び名は、子ども社会におけるいじめ対象への常套句である。だが実際にはこれまでも述べてきた通り、病原性を持つ微生物はごく一部であり、多くは無害か人体にとって必要なものである。もちろんここ数年のコロナ禍のように感染対策を万全に行わなければならない状況になる場合もあるが、このことの無理解による過度な食品や生活用具等への殺菌や減菌というのは、結果的に人体のマイクロバイオームを破壊し、腸内細菌叢のディスバイオシスを引き起こすことにもつながる。人間を含むすべての動物は様々な微生物と共生の関係であり、それなしには生きていくことはできない。この事実をまず基本として理解させていくことが必要であろう。

### ② 土壌細菌の役割と重要性

我々の食料の大元の一つは植物である。そのまま食して腸内細菌の助けを借りながら栄養を吸収し、またそれを食べて成長した動物の肉及び関連した食品を動物性たんぱくとして食料としている。植物が存在しなければ動物も存在することはできない。一方、植物の成長のためには、光合成を行う際に水(H<sub>2</sub>O)と二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)が、根や葉や茎をつくる際に窒素(N)とリン(P)、カリウム(K)及びその他微量元素が必要である。このうち水や二酸化炭素、カリウムは大気中や地中



に基本的には豊富に存在し、容易に取り入れることができる。だが窒素は地球上の大気の80%を占めているものの、その分子構造は破壊できない錠前のように堅固でそのままでは利用はできない。アンモニウムイオンか硝酸塩のどちらかになって根から吸い上げられる水溶性の形となって、初めて植物は利用することができるのである（モンゴメリー&ピクレー，2016b）。そして窒素はアミノ酸とヌクレオチドの必須構成要素であり、したがってそれらが材料となるあらゆる生物のタンパク質やDNA、RNAを形成するのになくてはならない元素となる。つまり植物が窒素を吸収し、それを動物が食べるという連鎖が働かなくなれば地上は死の世界になってしまうのである。このように重要な窒素を固定しているのは、マメ科植物と共生している根粒菌である。そして土中のリンを吸収し植物に提供しているのは真菌である菌根菌のうちのアーバスキュラー菌根菌である。そしてさらに土壌中の微生物はビタミンや鉄分、カルシウムなどの微量元素も植物に提供している。

人工的に窒素やリンを供給する化学肥料、また農薬の過度な使用は、一時的には農作物の生産が増すことになるが土壌中の様々なマイクロバイオーームやその他昆虫も含めた生物コミュニティを破壊することになる。土壌中の生物コミュニティがなくなった畑は、土の保水作用は消え土壌細菌の不活性化によって微量元素の供給もなくなる。そのような耕地にいくら化学肥料を投入しても雨に流されたり土中にしみこんでいったりして効果は減退し、病気にもかかりやすくなった作物に大量の農薬も投下せざるを得なくなる。結局、収穫は減退していくのである。

我々は普段スーパーなどに農作物が販売されているのを見れば、それ自体所与的に豊富な栄養素が含まれていると考えがちである。また植物や農作物などというのは、土に種をまいたり苗を植えたりしておけばあとは勝手に育ち、多少肥料を与えるなどすれば、十二分に成長成熟するものだと

思っている。だが、実際は植物は土壌細菌や土の中の諸生物叢との共生の結果として存在するものであり、それらが消失したり脆弱になったりすれば健全な姿を維持するのは困難になるのである。我々が食について考えるには、こうした土壌細菌やそれを含めた生物叢にも関心を持たなければならぬだろう。

### ③ 超正常刺激 (supernormal stimulus)

超正常刺激とは、好ましい刺激がさらに強調されると嗜好が一層高まるという動物の行動特性のことをいい、もともとは動物行動学における性淘汰に関する概念のことである。たとえばクジャクの雄の美しく大きな飾り羽は、飛行という面からは実に非実用的であり、実際それがない方がうまく飛ぶことができ捕食者からも逃げやすくなる（長谷川・長谷川，2000）。その非実用性というのは現実的にはあり得ないほどのものである。これと厳密に同一の状態であるかは断定できないものの人間においてもそれに類する特性はあるといえる。よく指摘されるのは少女漫画における巨大な目であり、その方がより魅力的に見えることから一般に定着しているという事実である。これらは視覚に関する特性だが、さらに敷衍するなら味覚についても同様となるだろう。代表的なのは甘味である。甘味という好ましい刺激が強調されると一層嗜好が高まるということは、誰もが理解できるものだろう<sup>18</sup>。

かつては食餌場面でその味覚を感じるということのは熟した果実以外にはなく、しかも現在の糖度と比べると比較にならないほど弱いものであった。だが樹上生活において果実食中心であった我々の祖先は、ほのかであっても甘味があればそれは摂取可能であり最良の状態であるというサインということになっていたのである。そのため我々は現在でも食料の確保という本能から、甘味を好む嗜好が身についてきたと考えられる。そのため現在でも甘いものであればそれをより多く食

したくなるのである。しかし近代食品産業は、かつては希少だった甘味成分をいくらでも大量に生産できるようになり、それを売りにしてより多くの収益を得るようになった。その結果は摂取過多による様々な生活習慣病の蔓延であり、これまで繰り返し述べてきたディスバイオシスである。こういった事態を防ぐためにも味覚の嗜好は野放しにすると際限のないものになってしまうこの原理を理解しておくべきであろう<sup>19</sup>。

#### ④ 共生の観点からの「命をいただく」こと及び生産者の努力

農作物にしる畜産物や魚介類にしる我々が食する全ての食品は命あるものを食材としている。したがって食べるとは「命をいただく」ことであり、その命に対して感謝の念を持ち無駄にしてはならない、ということは、冒頭でも述べたように食育における道徳的な側面として、よく取り上げられている内容である。だが現実にはスーパーで所狭しと並べられている様々な食材や加工食品を見ると、あたかも工場で大量生産された機械的な工業製品のように感じられ、あくまでも野菜は野菜であり肉は肉である、と同じ食品であれば全く同質のような錯覚に陥るであろう。

だが②で指摘したように本来の植物としての機序を無視した農産物の生産は、結局は栄養価としても低く病虫害にも弱い作物をつくることになる。これは畜産においても同様である。上述したように効率第一という方針の下、十分に身動きもとれない狭い畜舎で、ただ太らせるために動物が本来必要とするものでない餌を与え、感染症対策として抗生物質を投下された家畜の肉というものがどれだけ食品として優れたものとなるのかは甚だ疑問である。こうした状況を受け、効率よりも食品としての品質を何よりも優先させた生産に取り組んでいる農家や畜産農家も各地に存在する。

たとえば神奈川県藤沢市で「株式会社みやじ豚」を経営する宮治勇輔さんは、豚のストレスを極力

軽減するため生まれた時からきょうだいと一緒に育て、体が大きく成長するたびに大きさごとに部屋を変えるという「腹飼い」という飼育法を採用している。この飼育法によって旨み成分である遊離グルタミン酸の含有量は規格外に多くなり、見た目の肉もきれいで美しく臭みもなく柔らかい食肉が生産されている（手塚，2021）。つまり食材や食品が栄養価に富み、味もおいしいという状態は、家畜である動物や農産物である植物が、その生を全うするにあたり本来の生命活動が尊重され、つまりはその幸福が保障されることによって達成されるといえるだろう。「命をいただく」からには、その命を最大限に尊重しなければならないのである。そしてそのためには豚等家畜であれば人間同様その腸内細菌叢を良い状態にすることが、農作物であれば土壌細菌や関連する生物叢の働きを十分に発揮させることが、さらにいうなら魚介類の養殖においても腸内また体内の細菌叢を健全にすることが必要となるのである（吉永ほか，2014）<sup>20</sup>。そしてこうした点に重点を置き日々努力している生産者については、その具体的な取り組みに対しても焦点を当てるべきであろう。

以上道徳教育で取り上げるべき要素について4点を挙げたが、これらに共通するのは、人間も地球全体の生物コミュニティの一メンバーに過ぎず、それぞれのコミュニティは自らが生き残るために最大限に他の生物とも協力し共生関係を築いているということである。そして短絡的に目先の利得を追うだけでは結果的には齟齬が生じ、やがては自滅していくことにもなる。多くの生物が共生して全体が成り立っている以上、独り勝ちはあり得ないのである。人間は傲慢になってはならないというのが根本的な趣旨である。

## 6. 結語

以上本論文においては、まず人間が道徳的な行

動を理解し、実践していく上で前提となる心身ともに健常な状態というのは、腸内細菌叢の良好なバランスによるものであり、それが崩れることによって ASD や発達障害様の症状が発症していくメカニズムを応用健康科学や細菌学の知見に基づき示すとともに、そのような状態というのが反道徳的な行動につながりやすくなる可能性を指摘した。人間の道徳性がいわば第三者に委ねられているということにもなるわけである。そして腸内細菌叢のバランスの悪化の要因は現代風の食事内容であり、それは農作物や畜産、また魚介類の養殖も含めた食品の生産方法と加工食品の問題が背景にあることを明らかにした。

かつての社会は食餌行為はそのまま生きることであり、毎日の生活の全てとってよいものであった。だが文明の発展とともに食品の生産は効率的になり大規模化し、量的には不自由することがなくなった。そのため我々の生活上に占める食へ意識は確実に皮相的なものになった。だが食べなければ生きていけないという生物としての基本は変わることはない。現代社会では、豊富に存在する食品を本能的な嗜好に基づいて食するという至って当然と思えることが、結果として心身ともに問題を生じさせることになる、というパラドックスに陥ってしまった。そしてそのことが人間の道徳的な行動を左右することになるのであれば、食に対する意識を変革し科学的アプローチに基づく正しいものとしていくことは喫緊の課題といえるだろう。そのためには、まずは学校教育の道徳科において、児童生徒の道徳性の健全な発現と発達を保障するために必要となる、正しい知識を学習させていくことが重要なのである。

〔注〕

- 1 「内容項目」には、A～Dの4つの視点とそれを細分化した小学校低中高学年と中学校別の19～22の項目から成り立っているが、食に直接言及したものはない。それと近いものとしてA「主として自分自身に関すること」中の(3)「節度節制」に「望ま

しい生活習慣及び健康増進」が、また「主として集団や社会との関わり関すること」中の(15)中の「郷土の伝統と文化の尊重、郷土を愛する態度」が挙げられる程度である。

- 2 たとえば黒川 (2019)。
- 3 平成29年の学習指導要領改訂において、内容項目の各視点の文言はそのままとして、各項目番号のみ数字からアルファベットに切り替えられた。
- 4 例えば早川 (2020)。
- 5 この他にウイルスによるコロニーも存在するが、ウイルスは生物とは定義されていないのでここでは取り扱っていない。だがウイルスも種類によっては人間にとって大切な働きをしていることが少しずつ確かめられている。
- 6 地球上の微生物は全部合わせると10の30乗個と推定される。これらの微生物を全て一つながりにするとその長さは1億光年にもなる(モントゴメリー&ビクレー, 2016a)。
- 7 小腸と大腸に生息する細菌数を比べると、小腸上部では1グラムあたり1万個程度、下部で10~100万個程度であるが、大腸では100億~1000億個程度となる。
- 8 ガンジダ菌はイースト菌などと同様、真菌、酵母の一つである。したがって腸内細菌叢といっても多様な微生物が生息していることになる
- 9 公益財団法人 腸内細菌学会 用語集 腸内細菌によるビタミン産生 (Vitamin production by gut bacteria) <https://bifidus-fund.jp/keyword/kw073.shtml> (2022.11.6 閲覧)
- 10 細胞が被膜などに覆われた状態で、環境中では活動休止状態となるが、宿主に取り入れられると増殖を始める。
- 11 公益財団法人 日本食肉消費総合センター 用語集 トキソプラズマ toxoplasma [http://www.jmi.or.jp/info/word/ta/ta\\_113.html](http://www.jmi.or.jp/info/word/ta/ta_113.html) (2022.11.6 閲覧)
- 12 これが食物アレルギーやセリアック病の原因である。
- 13 このことはネガティブな情動状態が緩和されたことを示している。
- 14 世界32ヶ国の抗生物質使用に関する家畜の密度、食肉需要の経済予測を基にした全世界の家畜用抗生物質使用量の予測では、2010年~2030年の間に家畜生産のための抗生物質使用量が67%増え、63,151±1,560トンから105,596±3,605トンに達するとなっている(伊原, 2016)。一方でEUでは抗菌性物質の成長促進のための利用を2006年までに全面

- 禁止とした (杉浦, 2008)。
- 15 飼料については「飼料の安全性の確保及び品質の改善に関する法律」において、食品として出荷する際の規制については「食品衛生法」において管理されている。それらによれば抗生物質添加物の使用は豚や牛であれば、と殺前7日間は禁止とされている。また政府では2016年「国際的に脅威となる感染症対策関係閣僚会議」において、「薬剤耐性 (AMR) 対策アクションプラン (2016—2020)」を決定している。
  - 16 例えば有名清涼飲料水1本 (500ml) には角砂糖14.1個分の砂糖が使用されている (牧田, 2022)
  - 17 ただし死菌にもアレルギー症状の緩和やインフルエンザウイルスへの感染予防的な働きがあることが確認されている (弘田, 2019)
  - 18 飽食の時代では量的よりも質的な嗜好が高まるということになるだろう。
  - 19 さらに敷衍するなら、味覚以外の感覚についても自らの嗜好や好みを最優先させて行動を起こすことには危険性が伴うということも併せて学習させた方が良いでしょう。
  - 20 魚類であれば天然のものを水揚げするのが主流なので、その意味では海洋環境を守ることが魚類の腸内細菌叢を良好にしていくことになるだろう。

#### 〈文献〉

- Bercik,P., Denou,E., Collins,J., Jackson,W., Lu,J., Jury,J., et al. (2011) The intestinal microbiota affect central levels of brain-derived neurotropic factor and behavior in mice. *Gastroenterology*, **141**, 599–609.
- Chavan,J. K.,Kadam,S.S. (1989) Nutritional improvement of cereals by fermentation. *Food Science & Nutrition*, **28(5)**, 349–400
- Davis,D.R., Epp,M.D., Riordan,H.D. (2004) Changes in USDA food composition data for 43 garden crops, 1950 to 1999. *Journal of the American College of Nutrition*, **23(6)**, 669–82.
- Heijtz,R.D., Wang,S., Anuar,F., Qian,Y., Bjorkholm,B., Samuelsson,A., et al. (2011) Normal gut microbiota modulates brain development and behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, **108(7)**, 3047–3052.
- Messaoudi,M., Lalonde,R., Violle,N., Javelot,H., Desor,D., Nejd,A., et al. (2011) Assessment of psychotropic-like properties of a probiotic formulation (Lactobacillus helveticus R0052 and Bifidobacterium longum R0175) in rats and human subjects. *British Journal of Nutrition*, **105(5)**, 755–764.
- Needham,B.D., Funabashi,M., Adame,M.D., Wang,Z., Boktor,J.C., Haney,J., et al. (2022) A gut-derived metabolite alters brain activity and anxiety behaviour in mice. *Nature*, **602(7898)**, 647–653
- Obayashi,N., Iwatani,Y., Sakura,M., Tamotsu,S., Chiu,M-C., Sato,T. (2021) Enhanced polarotaxis can explain water-entry behaviour of mantids infected with nematomorph parasites. *Current Biology*, **31(12)**, 777–778.
- Parracho,H.M., Bingham,M.O., Gibson,G.R., McCartney,A.L. (2005) Differences between the gut microflora of children with autistic spectrum disorders and that of healthy children. *Journal of Medical Microbiology*, **54**, 987–991.
- 伊藤理絵 (2019) 子どもの食事場面 (1) における笑い—道徳教育としての食育からの検討— 岡崎女子大学・岡崎女子短期大学 研究紀要 **52**, 1–10.
- 伊原航平・勝部 哲・松田敬一・米山 裕 (2016) 畜産領域における抗生物質の利用と課題 東北畜産学会報 **65(3)**, 41–53.
- 上村いつか (2020) 幼少期の行動発達における腸内細菌叢の役割解明 麻布大学
- 黒川駿哉・岸本泰士郎・真田健史・三村 将 (2019) 腸内細菌と自閉症スペクトラム障害 日本生物学的精神医学会誌 **30(2)**, 55–59.
- 車 浮代 (2022) 『江戸っ子の食養生』ワニブックス p.207.
- 佐藤典子 (2018) 道徳教育としての食育 東都医療大学紀要 **8(1)**, 15–22.
- 杉浦勝明 (2008) わが国における飼料の安全確保の変遷、現状と今後の課題 日本畜産学会報 **79(4)**, 445–458.
- 須藤信行 a (2017) 脳機能と腸内細菌叢 腸内細菌学雑誌 **31**, 23–32.
- 須藤信行 b (2017) 脳の機能に関与する腸内フローラと「脳腸相関」ヘルシスト **242**, 2–7.
- 手塚貴子 (2021) 100年続く農業を目指す 旅する食べる通信第12号 有限会社フルーヴ 新潟事務所
- 橋詰直樹・田中芳明・深堀 優・石井信二・七種伸行・古賀義法ほか (2018) 小児におけるプレバイオティクス・プロバイオティクスの活用 日本静脈経腸栄養学会雑誌 **33(5)**, 1111–1114.
- 早川和江 (2020) 「これからの食の文化とコミュニティ」 鍾水浩編著『共食と文化のコミュニティ論』晃洋書房 pp.109–129.

弘田辰彦 (2019) 殺菌された乳酸菌のはたらき *生物工学* **97(7)**, 426–429.

ブラウン, B. 服部雄一郎訳 (2022) 『土を育てる』 NHK 出版 p.252.

メイヤー, E. 高橋 洋訳 (2018) 『腸と脳』 紀伊國屋書店 pp.149f.

牧田善二 (2022) 『糖質中毒』 文藝春秋 p.63.

モントゴメリー, D. ビクレー, A. 片岡夏実訳 (2016) 『土と内臓』 築地書館 (a) pp.24f. (b) p.88.

吉永 守・笠井久会・渡邊研一 (2014) 水産学領域におけるプロバイオティクスの応用—魚介類の腸内細菌を用いたウイルス病の予防— *腸内細菌学雑誌* **28**, 7–14.

和氣弘明・堀内 浩・宮本愛喜子・鍋倉淳一 (2017) 脳の機能とミクログリア *領域融合レビュー* **6**, e007.

(2023年1月16日受理)

