

## 植物性食品学の進歩と展開

京都大学食糧科学研究所 森田雄平

### I. 戦後期の想い出

兵員、海外居住者の帰還により一挙に急増した人口に加えて、疲弊した国土からの農産物の減少のため、戦後期の国民の食生活はまさに欠乏と混乱の時代であった。極度の食糧不足に対する米国からの援助放出物資（小麦、大豆粕、トウモロコシ、マイロ等）によって、必要な熱量とタンパク質は最低限かろうじて供給されたものの、配分の不適正などに原因して栄養失調に陥った人々も、とくに大都会生活者に多数あったことはなお生々しく記憶に残っている。

この時期、食品の大部分は植物性のものであり、昭和25~26年ごろの国民1人1日当りの熱量摂取量が1,800~1,900 kcalであったのに、水畜産物の占める熱量はわずかに100 kcalにすぎなかった。もっとも、この割合は、とくに戦後窮乏の時代であったからというより、むしろ戦前の食生活のパターンから多少減少したと考えるとよいのではなかろうか。主食であった米は欠乏のため東南アジア地域から多量輸入されて、一時100万トンに達したが、栄養面ではビタミンB<sub>1</sub>の欠乏を補うために強化米が開発普及したのもこのころである。またサツマイモの消費量は年間1人当たり42 kgに達し、米を中心とするデンプン性食品の不足を補っていたことになる。この傾向は米の消費量が最大になった昭和30年代前半まで続いた。ちなみに1人1日当りの摂取熱量はようやく2,200 kcalに達した。植物性食品のなかでは、現在からみて極端に少ない品目は砂糖と油脂であり、いずれも現在の消費量の1割にすぎない。また、国民の主要なタンパク質給源である豆類の消費も、戦前戦後を通じて最低のレベルにあった。これに対して、小麦の消費は前記のように放出品もあって、戦前に比べて一挙に2~3倍にも増加していることは特筆に値する。このような状況のもとに、このころ農学に課せられた緊急の要請は

一にも二にも食糧の増産と、未利用資源の有効利用であって、農芸化学における研究課題もこのような要請に沿った実用的な内容を持つものが多かったといえよう。米食に対する強い要望もあって、小麦粉その他のデンプン原料から粒状食品の製造が求められたことも想い出される。しかしながら、ようやく食糧の需給が安定した昭和30年代初頭に至るまでの時期に、植物性食品に関する分野では、実用的な成果よりもむしろ農芸化学の広い領域での基礎研究の芽生えがはぐくまれ、それに続く時期への発展または、現代におけるバイオテクノロジーの分野での活動の原動力が生まれたのではないかと思う。すなわち、低利用度の植物性食糧資源の高度利用化をめぐる、微生物醗酵を利用する加工法の開発と微生物酵素に関する基礎研究の根が下ろされたし、サツマイモの保蔵に端を発した植物生理、病理、ならびにこれに関連する酵素の研究が開始された。また生産性の向上を目指して、より基礎的な研究を指向した光合成機構に関する研究が本格化したのもこの時期である。さらに、欧米において急速に発展したタンパク質化学に刺激されて、穀類、豆類をはじめとする植物性タンパク質の化学構造に関する研究が、新しい観点と技術から復活し、併せて、新しいアミノ酸分析法の確立に伴って、これらの植物性タンパク質の栄養価の見直しが始まった。このような基礎研究は、概して次の時代に花を開いて、農芸化学独得の研究成果があげられることになるが、その礎石はすでに戦後の窮乏の時代に定められたといえる。

他方、食品加工の分野では、この時期経済的貧困とエネルギー事情の悪条件下にあって、貧弱な設備のなかで模索していたと思われる。私たちは戦時中米国の軍事研究の中から生れた種々の新しい技術とくに食品の乾燥に関して、真空・凍結・噴霧乾燥の装置と製品（たとえばサツマイモやジャガイモ、ニンジンその他の乾燥野菜）を目の前にして、その導入に想いを馳せたものである。

## II. 高度成長期の状況

昭和 30 年代の半ば、わが国もようやく経済復興となり、昭和 35 年の所得倍増論に見られる高度成長期に入ると同時に、食糧問題も画期的な変革期を迎えるに至った。国民が摂取する食品の傾向は、従来の米を中心とするデンプン性食品から、水畜産品、果実への嗜好が高まり、油脂の消費量が増え、高カロリー食、欧米風化への傾向を深めた。それまで増大していた 1 人当りの米の消費量は昭和 37 年をピークとして以後漸減の一途をたどり、またサツマイモの消費もこのころを境として激減するに至った。さらにそれまでの農政があまりにも米作偏重であったために、麦類、雑穀、大豆の国内生産量は著しく減少し、代って輸入量が増加してこれらの自給率が著しく低下したのがこの時代の特徴である。

一方、このころから食品加工、調理の技術が進歩し、植物性食品としては即席めん、スナックなどの新しい形態の食品が普及し始めた。原料の面では、過剰となったサツマイモの利用を中心に、デンプンおよびデンプン加工製品の利用開発研究が進められたが、甘味料の消費量の増大と相まって、アミラーゼを利用するデンプン糖化工業、異性化糖の製造技術の確立が行われた。しかし、価格と供給の不安定さが原因となってサツマイモの生産利用はその後減少し続け、代ってトウモロコシを原料とするデンプンの消費が急速に伸び、飼料としての利用もあわせて輸入が年々増加した。このような輸入穀物の増加につれて、食品衛生の面ではマイコトキシンの問題が重要な研究課題として取り上げられるようになった。戦後期輸入米に関してイスランジア黄変米が急性中毒を中心に世間を騒がせたこともあったが、高度成長期においては、ようやく高まってきた食品の安全性の論議から、食品添加物の問題とともにアフラトキシンが示す変異原性が取り上げられるようになった点、従来とは異なった視点に立つ研究が開始されたといえる。

次に、油脂消費量の増加に伴って新たに脂質の栄養価、安全性、保存性の問題解決の要望が高まり、これに関連する研究課題も急速に増加した。とくに植物性油脂はわが国における消費油脂のなかでも大きな割合を占め、また不飽和脂肪酸を主たる構成成分とするものが多く安定性に欠ける点が多いため、劣化の機構、品質保持の方策などとともに、健康保持上好ましくない脂肪酸の検討などの研究が進み、併せてこれを改善する方向へ作物の育種が試みられた。カナダ産の菜種油はエルカ酸の含量を減少させた好例といえる。

穀類の充足の結果、農家では競って園芸作物への転作

が行われ、果実や野菜の生産供給が豊富になった。なかでも柑橘類の供給が伸び、生産過剰になったことも一因となって、保蔵法に関する研究が高まる一方、果汁の製造、ビン詰、カン詰工業に関する科学技術が発展した。このなかには柑橘の苦味の本体の追究や、酵素処理法による品質の改善が含まれている。このころ盛んに行われた技術研究のうち、放射線を利用する殺虫殺菌などに関する研究成果が、わずかにバレイショの発芽抑制だけに限ってしか実用化されなかったことをたいへん残念に思う。安全性に関する一部の過度の疑心から、別の面での安全性の確立を阻害しているのではなからうか。

総じて、この時期には食品の保蔵、加工、流通をめぐる研究が新たに開始され、冷蔵、冷凍、乾燥などの原理解明と技術とが一段と進歩したと思われる。しかし、一般には飽食の時代の到来とともに、食品研究の重要性がさほど認識されず、この分野での研究の大半はより基礎的な問題への傾斜が強くなり、食品の主成分であるタンパク質、デンプン、脂質の化学構造と物性の解析が飛躍的に進歩した。また各種の分析機器の開発、進歩に伴って、分析の迅速化、微量化、簡易化が進み、有用成分、有害成分の構造決定や定量も容易になった。このこと自体は現在再認識されるように食品研究の基盤を再整備し、新しい問題発掘の原点に立ちかえったことを意味している。

## III. 最近の状況

高度成長期には上記のように食事の欧米風化の傾向を強く示したが、そのこと自体はタンパク質その他の栄養素の観点からは日本人の体位向上に資するところが大きであったといえる。しかし一面、多くの問題点を新たに提起することになった。一部畜産品の過食による成人病の増加に対する反省から、日本型食生活が唱えられ、野菜、果実、デンプン性食品、換言すれば植物性食品への回帰が起りつつある。成人病予防における食物センイの重要性が指摘されたことも、これに拍車をかけたといえよう。国内での農産物生産は、需要に見合った少数種の多量生産の傾向が進んでいるが、貿易摩擦も原因となってますます食糧の輸入依存度が高まり、自給率は低下する一方である。このような植物性食品の典型的な例は大豆に見られる。国内産大豆は年間 20 万トン弱にすぎず、輸入量は 500 万トンの多きに達している。その主要用途は大豆油の製造であるが、同時に 200 万トンに及ぶタンパク質を含む大豆粕が副産する。その一部は豆腐などの伝統的食品用素材として利用されているが、大半は価値の低い飼料用となっている。しかし、良質のタンパ

ク質資源として高度の利用が望ましいために、直接食品素材として利用することを目的とし、物性改善の研究が続けられている。大豆製品中豆乳の需要が最近伸びたが、豆臭除去とカルシウム強化が問題点として取り上げられている。他の大豆製品の場合と併せて、これらの解決に物理化学的処理、酵素処理、育種学的改良などについて強力に研究が進められた。少品種多量生産の傾向とは相反して、消費の面からは嗜好の多様化が進んでいるため、限られた輸入食品素材から多様な製品を生み出すことが大切である。この目的で素材の物性改変の研究が多く行われるようになった。とくに、タンパク質は伸展性、弾性、可塑性、粘着性、起泡性など、食品の物性を左右する最も重要な食品構成成分であるため、タンパク質の化学構造と機能に関する基礎研究に基づいて、大豆をはじめ小麦、米その他の植物性タンパク質の物性改変法の開発が行われている。

一方、このような機能変換を含めて加工の分野においては、エクストルージョンクッキングが注目されている。従来とは違った高温、高圧短時間処理が2軸エクストルーダーを用いて将来にわたり広く利用されるであろうから、この処理に伴う物理的、化学的変化の解析の重要性が認識されて、研究が進展しつつある。現在は小麦などのデンプン性食品や大豆タンパク質加工解析の域を出ないが、脂質を含めた複合素材の研究がこれから重要性を増すと思う。また、種々の食品加工技術が開発されるにつれて、食品素材が遭遇する加工条件での栄養学的なまたは安全性の観点からの化学変化が論議されるようになって、高温、高圧等極限状態での化学構造変化や成分間相互作用等の研究も進展している。糖・タンパク質間のメイラード反応の機構解明は、安全性の面からも、食品の色、フレーバーの観点からもすぐれた成果を挙げつつある好例であろう。

わが国の食糧の輸入依存度が高まるとともに、将来にむけての世界的な食糧不足への対処の要請もあって、植物性食品の研究は従来にも増して国際的な性格を帯び、とくに発展途上国との共同研究が進展している。食糧の増産に加えて、新資源の開発、低利用性資源の高度利用化が研究の対象となるが、これらのなかには熱帯、亜熱帯原産の根菜類、葉菜類の利用研究が含まれている。輸入拡大に伴うもう一つの研究課題は穀類、蔬菜、果実などの輸送、保蔵中の鮮度、品質の保持に関するものである。また省エネルギーの要請下における流通、消費機構の問題も重要性を増してきている。昭和48年に第1次、昭和55年に第2次のオイルショックを経験して、食品の生産、加工、貯蔵の面でますます省エネルギーが要求

されるようになってきているが、多くの他産業がこれに対応して方策を見出したのに対し、とくに農政の保護下にあるものは十分な対策が行われていない。高度成長期に設備された貯蔵、流通の方式は改めて見直すことが必要であろう。

#### IV. 21世紀への展望

約10年間にわたる急速な生命科学の発展のあとを受けて、世はまさにニューバイオテクノロジー一色に染められた感が深い。遺伝子操作、細胞培養、細胞融合などの新しい技術が進み、21世紀へ向けて農作物の育種への実用化が展開されると予期される。しかしながら、食品とくに植物性食品の将来の方向についての予測はきわめて難しい。食品に対する嗜好は世代によって差異はあるものの、全体としては保守的な傾向があり、変化にはかなりの長期間を必要とするからである。とくに日本人の食品は、熱量源として穀類を中心とする食生活が早急に変化するとは考えにくい。食品としての要件は栄養学的に良質で、うまく、安価で、かつ安全であることに尽きると思うが、生活の経済的な基盤が強くなるほど嗜好、選択が多様になり、素材も上質のものが好まれるのは当然である。したがって、食を文化、芸術の1つと考え、豊かな生活の一環として取り組もうとする限りは、今後量より質への傾向がますます強まると思う。この場合、植物性食品といえどもより良質の付加価値の高いものへと個々の素材についての生産、保蔵、輸送、加工の研究が発展し、それにつれて技術面でもこれに沿う方向の開発が進むと考えられる。

しかしながら、他方ではすでに現状において触れたように、即席めんやその他のインスタント食品の普及にみられるように、食事の簡易化と外食化が進行しているし、また経済性、生産性を向上させる面からは食品素材となる作物は、世界的にみても少品種多量生産を指向し、ニューバイオテクノロジーもますますこれに拍車をかける方向で利用されると思う。農産物の輸入依存度の高いわが国では、この面からも選択にかなりの制約を受けることになろう。したがって、嗜好、選択の多様性を満たすためには、素材の品質変換を含めてますます食品加工法の基礎ならびに応用研究の発展が望まれる。さらに、加工度の上昇につれて、個々のプロセスだけではなく、システム工学の観点から効率的な生産加工が、食品工業の分野でも一層の発展が期待される。また、嗜好の多様化の一方向として、加工食品の色、フレーバーについての工夫が望まれ、スパイス類の利用が盛んになり、とくにこの分野では新しいバイオテクノロジーによる育

種改良の研究が成果を収めるのではなかろうか。

もちろん、世界的な視野においては人口増による食糧不足の到来に備えて、わが国における食糧資源の有効利用、未利用資源の利用開発に関する研究が必要であるばかりでなく、わが国のすぐれた科学技術の成果が、とくに発展途上国との共同研究の推進によって生産と経済の発展に資することが望ましい。これらの国々でも概して食事の先進国風化が進みつつあるように見受けられるが、植物性食品を中心とする伝統的食品の価値を見直すことも重要な検討課題であろう。昨今、文化的な所産としての伝統食品が話題となる機会が多いが、素材の特

性、加工法の特徴等科学的な立場から、原点に立ち帰って学ぶべきことが多い。さらに、既述の諸観点からも多くの国や民族特有の嗜好性の解明はさらに重要であろう。うまみの評価を客観的に行うための規準は、これまでも多く提案され、食品成分の特性との関連性を求める研究も多いが、世界的な視野で考えるときにはより普遍的な尺度が必要となる。発展途上国に対して、たんに栄養改善の視点だけから作物の品種改良を行った結果が失敗に終わった例をみても、先進国の独善的な論理に基づく研究だけでは役に立たないことを銘記すべきであろう。