

学校給食の科学～おいしく,安全に

子供の頃の思い出に欠かせない学校給食。
子供たちの健康維持や向上に貢献しているだけでなく、教育の一環としても重要な役割を果たしてきた。
栄養バランスが良い上に、安全でおいしい給食は多くの人の努力と技術に支えられている。

学校給食の歴史

学校給食は成長期にある児童生徒に栄養バランスの良い食事を提供し、健康の増進や体格の向上を図ろうとするものだ。また、給食を通して食に対する正しい知識と望ましい食習慣を身につけさせるという食育、生徒や教員と一緒に食事することで人間関係の育成を図る、自分たちで配膳することで共同生活の基本的な態度を身につけるなど多くの目標がある。世界各国の小学校にも給食はあるが、食事を提供するのみであり、教育の一環として行われる日本の給食はかなり特殊だ。近年では、世界で高く評価されている。

初めての学校給食は、1889年に、山形県のお寺の学校で、貧しい家庭の子供に無料で昼食を提供したことだ(写真1)。その後、食事を提供する動きはあったものの、国の制度として全国で学校給食が普及したのは戦後のことである。

深刻な食糧難の中、子供たちの栄養状態を改善しようと占領軍やアメリカの民間救援団体アジア救済公認団体(通称ララ)の援助により学校給食が始まった。子供たちはご飯を持参し、脱脂粉乳とおかずが提供される補食給食だった(写真2)。1950年に8大都市の小学校で戦後初の主食、おかず、脱脂粉乳からなる完全給食が始まり、全国に拡大した(写真3)。1954年には、学校給食法が制定された。

昭和初期の給食といえば、脱脂粉乳にコッペパンが挙げられる。小麦、脱脂粉乳ともにアメリカの余剰品だったと指摘されるが、子供たちの栄養補給に役立った。や

がて、脱脂粉乳は牛乳になり、1976年には米飯が正式に導入された。今も人気のある揚げパンは1952年頃に東京都大田区の調理員が開発したもの。子供たちに絶大に支持され、全国に広がった。平成頃になると給食の献立は多様化し、バイキング給食(写真4)やサッカーのワールドカップにちなんだカメルーンのピラフなども提供された。

昭和のパンを主食とする給食を経て、今は和食中心だ。地産地消や郷土料理の導入に力を入れ、完全米飯化を進める自治体もある。「埼玉県もパンの頻度は、週に1回くらい。パンや麺類には地元の小麦粉を使っています。うどんや小籠包も人気メニューです」と埼玉県学校給食会常務理事の田島和彦さんは話す。

学校給食の役割は貧困救済や栄養改善から大きく変わった。バランスの取れた献立による栄養管理はもちろんだが、2005年に制定された食育基本法や栄養教諭制度を受け、食事のマナーの習得や連帯感、郷土食などを通じた食文化の理解など食育の場として意義が大



写真1 初めての学校給食 (1889年) おにぎりと塩鮭、漬物

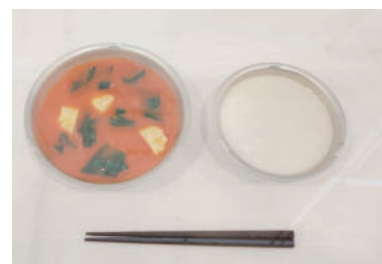


写真2 1947年の給食 脱脂粉乳とトマトシチュー



写真3 1952年の給食 コッペパンと脱脂粉乳、クジラ肉の竜田揚げ、毎日がパン食だった。

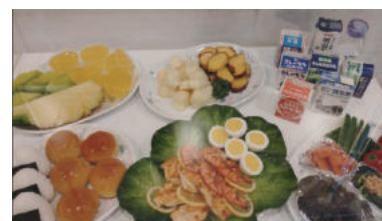


写真4 1987年のバイキング給食
※写真1～4は学校給食歴史館にて筆者撮影。
学校給食歴史館(埼玉県学校給食会):
<https://www.saigaku.or.jp/profile/library/>

さくなっている。

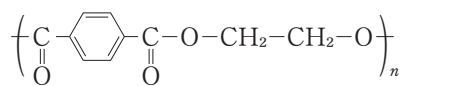
食器の変遷

学校給食用の食器も変遷している。給食用食器は、食品衛生上安全だけでなく、洗浄しやすい、保管しやすいなど多くの条件を満たす必要があり、様々な材質のものが検討されてきた。

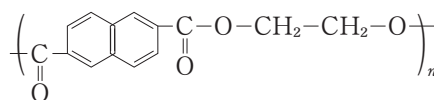
戦前は瀬戸物陶磁器を持ち寄ったといわれる。戦後はアルミニウムの表面を酸化加工したアルマイト製食器が使われたが表面が熱くなりやすく、熱いおかずは持てないことなどが問題になった。その後、ポリプロピレン、メラミン、ポリカーボネートなどの樹脂製の食器が検討されたが、溶出物の安全性などが議論され、あまり使われていない。ステンレスや強化磁器も使われたが、持ち運ぶには重いという問題があった。

現在は、ポリエチレンナフタレート（PEN）樹脂製の食器が主流だ。PENは熱可塑性ポリエステルで、2,6-ナフタレンジカルボン酸ジメチルエステルとエチレングリコールの重縮合物だ。ポリエチレンテレフタレート（PET）と同様のプロセスで製造されるが、透明性や耐熱性、ガスバリア性が高いなど高機能だ。これはPETがベンゼン環が1つなのに対し、PENはベンゼン環が2つ連結したナフタレン環の骨格を持っており、分子鎖が剛直であることに由来する（図1）。給食用の食器として優れているのは、溶出物の問題がなく、軽くて表面が熱くなりにくい、変形しにくいなどの特徴があることだ。また、表面を凹凸加工して傷つきにくくしている。食器の傷に入り込んだ食べかすから食中毒が発生したことがあり、洗浄機で洗浄するので傷つきにくく、変形しにくいことも重要なのだ。

*1 Hazard Analysis and Critical Control Point の頭文字を取ったもので、国際的なガイドラインに基づく新たな衛生管理手法。食品の安全性を科学的に確保することを目的にしている。



ポリエチレンテレフタレート(PET)



ポリエチレンナフタレート(PEN)

図1 PET（上）とPEN（下）の構造

安全な給食を届けるために

学校給食の提供は、校内で調理する自校式と外部の大型施設で調理するセンター式がある。小中学校の過半数はセンター式が占めており、給食センターでは数千から1万食以上の給食を一括調理し、各校に配送している。

1996年に学校給食によるO157（腸管出血性大腸菌）集団食中毒の事件が起こったのをきっかけに食品衛生管理が大きく見直され、1997年に学校給食衛生管理基準が制定された。給食施設の作業区域は、原材料の入荷などを行う汚染区域と調理や配膳を行う非汚染区域に明確に区別され、調理室の床はぬらさないドライシステムが導入された。2009年の改正時にはHACCP^{*1}の考え方が明記された。食中毒の原因となる微生物が残留しないよう調理済みの食品の中心温度が75℃以上かを確認し、また菌が増殖しやすい20～40℃の温度にならないように速やかに冷ますなど適切な温度管理を行う（図2）、調理後2時間以内に給食できるように努めなければならない、など細かく示されており、基準をクリアしたものが提供される仕組みだ。

また、この事件をきっかけに野菜は原則として加熱したもののみ提供されるように

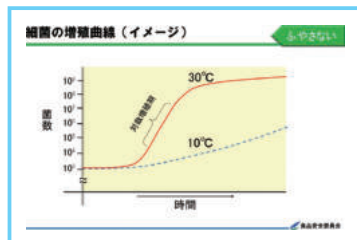


図2 細菌の増殖曲線

多くの食中毒細菌は20～40℃の温度帯で急激に増殖する。この温度帯になる時間をできるだけ短くするのが食中毒予防の基本だ。出典：内閣府 (https://www.fsc.go.jp/sozaishyuu/microbe_data.html)

なった。サラダもいったん加熱した野菜を急速に冷まし、ドレッシングなどであえた状態で提供される。電解水なども食品や食器の洗浄に使われている。

「今、給食で一番問題なのは食物アレルギーの対応です」と田島さん。2012年に学校給食でチヂミを食べた子供が食物アレルギーで死亡するという事件をきっかけに、2015年に学校給食における食物アレルギー対応指針が発表された。アレルゲン除去食で対応するが、近年は食物アレルギーの子供が増えており、特定原材料等28品目のアレルゲン^{*2}の対応だけでは済まなくなっているという。

素早く、ムラなく、水蒸気の活用

給食は、材料の下処理、調理、配膳の手順で準備される。作業はまず作業場所の消毒から始まる。何度も手を洗い、異物混入や菌の付着を防ぐための多くの工程をこなしつつ準備する。給食開始30分前には学校長などの責任者が検食し、適切な給食かどうかをチェックする。配食や運搬する時間などを計算すると調理時間はかなり限られ、時間に間に合うように給食を届けることは、時間との闘いだ。

そんな給食の調理を助けているのが水蒸気である。水蒸気は凝縮して液体に戻ると

きに、潜熱を一気に放出するので、均一に素早く加熱できるためだ。

給食で使われる大きな鍋は、回転釜という(写真5)。「400Lの鍋で1000食ほどが準備でき、大規模のセンターでは回転釜が10台以上並んでいます」と話すのは給食用厨房機器メーカー中西製作所営業企画部担当課長の春田徹さん。ステンレス製で内釜、外釜の二重になっていて、その隙間を水蒸気で満たして加熱するものが多いという。水蒸気を使うと、熱効率が良く、加熱ムラが生じにくいので、時間の制約のある大量調理に向いている。ただし、温度が120℃までしか上がらないので炒め物には向かず、揚げ物もできない。

スチームコンベクションオープン(スチコン)(写真6)は、蒸気と熱風を使って加熱する機器で、1台で焼く、蒸す、炒める、煮る、揚げる(油で焼く)、ゆでるなどをこなす。蒸気と熱風で庫内に対流を起こし、蒸気を循環させることによって間接的に食品を焼くことができる。大きなものでは、1台で200食ほど調理できる上に、食品を裏返しする必要がなく、ムラのない仕上がりになる。学校給食では、食品の中心温度を繰り返し計測しなければならないが、芯温センサーが付いているため、その手間を省き、衛生的に安全に加熱できるという利点



写真5 蒸気回転釜 (提供：中西製作所)

^{*2} 特定原材料8品目、それに準ずるもの20品目。

もある。

蒸気と熱風の組み合わせで、焼き物の表面はカリッと中はふんわりとおいしく、しかも大量に調理しても皆同じ仕上がりになる。「温度と時間を正確にコントロールできるので、作業を標準化しやすく、誰が作っても同じ仕上がりになります」とラショナル・ジャパンマーケティング部の井口美幸さんが話す。同社はスチコンを初めて開発したドイツ・ラショナル社の日本人だ。さらに圧力調理を組み合わせた万能調理器具を開発している。主にホテルやレストラン向けだが、大量調理の方法は変化しているようだ。

また、学校給食の現場での普及はこれからだが、「過熱水蒸気」を利用した調理機器も登場している。過熱水蒸気とは、飽和水蒸気をさらに加熱して高温にした無色透明の気体だ。凝縮伝熱^{*3}により空気の約8倍の熱量を持ち、高速で均一に加熱できる。高温なので殺菌効果も高くなり、また超低酸素の状態なため、食品に含まれる栄養素や色素の損失も少なくなるなど多くの利点がある。中西製作所の春田さんは、「食品中の水分が出にくく、歩留まりがよい、食感が良いなどの利点もあります」と言う。同

***3 低温の固体表面で蒸気の凝縮熱を伴う伝熱現象。対流による伝熱より熱伝達率が高い。**



写真6 スチコン

学校給食でよく使われる大型のものは、20段ものトレイで一度に加熱する（左：ラショナル・ジャパン提供。右：同社にて筆者撮影）。



社は最高 320℃の過熱水蒸気を用いたオーブンを開発している。

作業の効率化

原材料の高騰や人手不足も深刻化し、給食の業務負担はますます大きくなっている。「おいしい給食を届けるために調理はなるべく手作りでと考える施設が多いので、それ以外の作業はなるべく効率化できるように機器がサポートしています。給食では、大量の食器を数えたり、カゴに入れたりする作業が多く、これが手間がかかる重労働なのです」と中西製作所広報マーケティング室係長の原田理央さんも続ける。

カゴごと食器洗浄機は、食器やトレイを出し入れすることなく、カゴに入れたまま洗浄できる。洗浄水のノズルを食器1枚分の隙間に集中させ、食器を1枚ずつ洗えるようになっている。皿やトレイの数を数える自動カウンター、洗浄後の食器をカゴごと消毒し、衛生的に保管できる消毒保管機などで省力化できる。給食を運ぶコンテナの台数や各学校の給食時間を考慮しつつ、トラックの効率的な巡回ルートを計画するAIシステムも開発した。

私たちにとって当たり前だった給食は、「栄養バランスよく、おいしく、安全な給食を届けたい」という多くの人の努力や責任感、そして技術によって支えられていた。

人生100年時代を迎え、長い人生を健康に生きていくため、子供の頃に望ましい食習慣を築くことが求められており、学校給食が注目されている。改めて、学校給食のありがたさをかみしめたい。

（サイテック・コミュニケーションズ 佐藤成美）

OVERVIEW は化工誌編集幹事会の企画・監修により制作されています。