

# 目次

第1章 序論	1
1. 日本における食品衛生の歴史	2
2. 日本における学校給食	3
3. 学校給食調理場における野菜類の殺菌処理	4
4. 電解水について	6
5. 本研究の目的	8
第2章 学校給食栄養管理者の生野菜提供意欲と施設設備に関する調査および分析	13
1. 目的	14
2. 方法	14
(1) 対象者	14
(2) 調査期間	14
(3) 調査方法	15
(4) 調査項目	15
(5) 統計解析	15
(6) 倫理的配慮	17
3. 結果	17
(1) 単純集計	17
(2) 数量化理論第Ⅲ類による分析	20
(3) 構造方程式モデリングによる分析	21
4. 考察	23
(1) 単純集計	23
(2) 数量化理論第Ⅲ類による分析	25
(3) 構造方程式モデリングによる分析	25

第3章 学校給食における生野菜提供を想定した殺菌・保存に関する研究	40
1. 目的	41
2. 方法	41
(1) 試料	41
(2) 生野菜の洗浄方法による違い	42
(3) 電解水処理生野菜と加熱処理野菜の違い	42
(4) スターター添加した野菜の保存による影響	44
(5) 微生物検査および統計処理	45
3. 結果	46
(1) 生野菜の洗浄方法による違い	46
(2) 電解水処理生野菜と加熱処理野菜の違い	47
(3) スターター添加した野菜の保存による影響	47
4. 考察	49
(1) 生野菜の洗浄方法による違い	49
(2) 電解水処理生野菜と加熱処理野菜の違い	50
(3) スターター添加した野菜の保存による影響	50
第4章 総括	58
参考文献	64
謝辞	71

# 第 1 章

## 序論

## 1. 日本における食品衛生の歴史

日本における食品衛生の歴史は古く、食中毒に関する統計については1886（明治19）年から行われてきた。また、1948（昭和23）年には食品衛生法が制定され食中毒の届出義務化や食品の衛生検査について明記されるなど、より徹底した衛生管理が行われるようになった。

日本において、過去に報告された給食施設が原因となった大きな集団食中毒事案は、1936（昭和11）年に静岡県浜松市の中学校運動会で配布された大福餅によるサルモネラ中毒、1980（昭和55）年に埼玉県久喜市の学校給食調理場から配達されたソフト麺によるウェルシュ菌中毒、1988（昭和63）年に北海道札幌市を中心に学校や事業所での給食に使用した錦糸卵によるサルモネラ中毒、そして、1996（平成8）年に大阪府堺市の学校などで発生した腸管出血性大腸菌 O157:H7 感染症などが挙げられる。なかでも、1996年に発生した腸管出血性大腸菌 O157:H7 による食中毒は、現在の衛生管理の基盤ともいえる Hazard Analysis and Critical Control Point（HACCP）<sup>1)</sup>が一般に広く導入されるきっかけとなった事案である。日本における腸管出血性大腸菌による食中毒が初めて発生したのは、1990（平成2）年に埼玉県内で井戸水が原因で発生した事案であるとされているが<sup>2)</sup>、その時点では井戸水使用に関する対応にとどまり、食中毒に対する広範な措置が十分に行えていなかった。その結果、1996年に大規模な集団食中毒が発生したと言える。この集団食中毒は大阪府堺市の小学校を中心に発生し、最終的な患者数は9,492名におよび、3名が死亡した。この事案は医療費や調査費など経済的損失も大きく<sup>3)</sup>、学校給食では生野菜の提供を避けるようになった<sup>4)</sup>。また、この事案を機に食中毒対応について大きく見直され、今までは食中毒から除外されていた食品摂取によって発生する感染症や人畜共通伝染病、ウイルス性疾患および

寄生虫症などについても食中毒として分類されるようになった<sup>5)</sup>。

日本における食中毒対応は、1996年の事案をきっかけに劇的に変化した。しかし、現在においても集団食中毒がなくなることはなく<sup>2,6)</sup>、大規模な集団食中毒も発生している<sup>7-8)</sup>。2011（平成23）年には、焼き肉チェーン店を原因施設とした腸管出血性大腸菌による集団食中毒事案が発生した。この集団食中毒事案では、総患者数181名、死者5名の被害者を出した。この事案により、今まで策定されてきた食中毒対応の周知不足や食品を取り扱う者の食中毒に対する危機意識の希薄化が問題点として浮き彫りとなった。しかし、その後も2012（平成24）年には北海道、2014（平成26）年には静岡県で腸管出血性大腸菌による集団食中毒が発生している。また、2016（平成28）年には食品加工業者が販売した冷凍メンチカツから腸管出血性大腸菌が検出されるなど、食中毒に対する危機意識が未だに不足していることがうかがえる。今後、食中毒対応を進めていくにあたって、食に携わる者全体に対する食中毒への危機意識の向上や食中毒発生時の対応について周知徹底しなければ、大規模な集団食中毒の発生を防止することは難しい。

## 2. 日本における学校給食

日本における学校給食は、1889（明治22）年に山形県鶴岡市の私立忠愛小学校で貧困児童を対象に実施されたものが起源とされている。その後、1947（昭和22）年1月からアジア救済連盟（LARA）の寄贈食糧や元陸海軍用缶詰の放出を得て、全国的な学校給食が実施されるようになり<sup>9)</sup>、次第に学校給食を実施する学校が増加し、2018（平成30）年には99.1%の小学校、89.9%の中学校で実施されるようになった<sup>10)</sup>。学校給食は学校給食法（昭和29年制定）に基づいて実施され、児

童及び生徒の心身の健全な発達、児童及び生徒の食に関する正しい理解と適切な判断力を養う上で重要な役割を果たすものであるとされている<sup>11)</sup>。衛生面については、1996年に発生した集団食中毒をきっかけに、食品の製造から喫食まで様々なマニュアルの整備が進められ、現在では厳格な衛生管理が求められている。また、栄養面については、発達段階に応じて、1日に必要な栄養摂取量の33%を基準として提供されており<sup>12)</sup>、児童生徒における食事の約3分の1を学校給食が占めていることになる。特に、経済的理由などから家庭での食事が十分でない場合には、学校給食が1日の栄養摂取量に占める割合は3分の1以上になるという報告もある<sup>13)</sup>。さらに、食事摂取量の観点で見ると、野菜類の摂取量が学校給食のある日とない日とでは、学校給食のある日の方が有意に多かったとしている<sup>14)</sup>。野菜類はビタミン類およびミネラル類の摂取やエネルギーの過剰摂取抑制において重要な役割を果たすが、子どもが嫌いな食べ物の上位として挙げられる<sup>15)</sup>。また、学童期に形成された食習慣は青年期以降の食習慣に影響を与える傾向があることから<sup>16・17)</sup>、小・中学校において野菜類の摂取を促す食育を行うとともに、野菜の特性を生かした給食を提供することが重要であると考えられる。

### 3. 学校給食調理場における野菜類の殺菌処理

日本では昔から、食材を加熱せずそのまま食べる生食の文化がある。世界的に見ると、海沿いでは魚を生で食べる地域も多く存在するが、日本は清潔な水に恵まれていたことから、生食の文化が大きく発展し、現在も根強い<sup>18)</sup>。野菜類については、伝統的には加熱して食べることが中心であり、生食する習慣は酢の物、漬物や刺身のけんなどに限られていたが、海外の食文化が受け入れられるようになってからは、サラダや付け合わせとして野菜類の生食も一般的となり、食習慣の1つと

して定着した<sup>19-20)</sup>。学校給食においても、野菜類を生で提供することは一般的に行われていた。しかし、平成8年に大阪府堺市を中心に腸管出血性大腸菌 O-157 による集団食中毒が発生して以来、文部科学省は、野菜類の使用については、二次汚染防止の観点から、原則として加熱調理することとした<sup>21)</sup>。この対応は、カイワレ大根が原因食材として疑われたことによるものである<sup>22)</sup>。当時は、学校給食における食材の殺菌方法等を示した衛生管理基準がなかったため、現在とは異なり、野菜類を生で提供する際にも殺菌処理を行わないことが多かった。そのため、その時点で野菜類の生食を中止したことは、適切な対応であったと思われる。

現在、学校給食調理場における野菜類に対する殺菌処理は多くが加熱処理によるものであり、生野菜の提供はほとんど行われていない。まれに、ミニトマトなどの生野菜を提供する際の殺菌処理としては、一般的に次亜塩素酸ナトリウムによる殺菌処理が行われている。次亜塩素酸ナトリウムによる殺菌処理は「大量調理施設衛生管理マニュアル」<sup>23)</sup>等に記載されており、比較的高濃度で用いられている。次亜塩素酸ナトリウムの殺菌の主体は対象の細胞壁と反応して形成される次亜塩素酸であり、細菌やウイルス、カビなどの幅広い微生物に有効である。しかし、次亜塩素酸ナトリウムはトリハロメタンの含有、臭素酸の含有、手荒れを起こしやすい、環境汚染リスクが高いなど、安全性にしばしば問題がある<sup>24-25)</sup>。また、野菜類中のアスコルビン酸を減少させるという報告もあり、栄養面に対するデメリットもあると推測される<sup>26)</sup>。現在では、野菜類の生産段階や調理段階における衛生管理指針や衛生管理基準等が設けられているため<sup>23,27-31)</sup>、集団食中毒発生以前と比較すると、生で提供する野菜の処理に適した環境であると考えられる。しかし、学校給食衛生管理基準<sup>21)</sup>では、上述した通り野菜類の殺菌方法は加熱処理が基本とされている。

学校給食において、生野菜を提供することは食材の味やにおい、食感を感じ取ることによる食育の推進や嗜好性の向上において重要であると考えられる。しかし、現在殺菌処理に用いられている次亜塩素酸ナトリウムは残留性が高く、野菜類の味やにおいに悪影響を与えることが懸念されている。そのため、生野菜の提供を進めていくためには、上記のようなデメリットを与えない、新しい殺菌方法を確立する必要がある。

#### 4. 電解水について

現在、次亜塩素酸ナトリウムと同等の殺菌能力を持ち、安全性の高い殺菌料として機能水が注目されてきている。機能水は、「人為的な処理によって再現性のある有用な機能を付与された水溶液の中で、処理と機能に関して化学的根拠が明らかにされたもの、及び明らかにされようとしているもの」と定義されている<sup>25)</sup>。「機能水」というワードは財団法人機能水研究振興財団により創作されたものであり、1998年には同財団により商標登録された。機能水には、化学的根拠が得られ公認を受けているものや研究途上のものなど多くあるが、なかでも「電解水」は代表的なものであり、一般によく知られている。

電解水は、「水道水や薄い塩化ナトリウムなどの塩化物イオンを含む水溶液を弱い直流電流で電解処理して得られる水溶液の総称」のことであり、使用目的やその性質により、いくつかに種別されている（表 1、2）<sup>25,32)</sup>。電解水の殺菌の主体は次亜塩素酸ナトリウムと同様に次亜塩素酸である。次亜塩素酸の濃度は pH に依存しており<sup>33-35)</sup>、酸性側で高濃度になる傾向がある。そのため、アルカリ性である次亜塩素酸ナトリウムとは異なり、比較的 low 濃度で使用することができる（図 1）<sup>36)</sup>。また、微酸性電解水、弱酸性電解水および強酸性電解水については、細菌芽胞に対しても有効であり、とくに微酸性電解水においては大腸菌に対しても有効であるという報告もあ



る<sup>37)</sup>。

人の健康を損なう恐れがないとして、2002年には強酸性電解水および微酸性電解水が殺菌料として食品添加物に指定され、2012年には弱酸性電解水が同様に指定された。電解次亜水については、厚生労働省が次亜塩素酸ナトリウムと同等性があると認めており、食品添加物と同様に使用することができる。とくに、微酸性電解水は人体への影響がほとんどないため、手指の洗浄に適応されている<sup>38)</sup>。これらの電解水の許可申請は生成装置ごとに生成電解水の品質や有効性、安全性とともに行われるため、電解水そのものではなく生成装置が流通することとなっており、日本産業規格（JIS B 8701）に定められている。生成に使用される被電解物は食塩や塩酸である。そのため、イニシャルコストは小型の生成装置で100万円程度、中型の生成装置で300万円～500万円程度と高価だが、ランニングコストは1Lあたり0.05円～1円程度と安価である。また、食品への残存性の低さも特徴の1つであり、使用後に水道水で濯がなくても残存することはほとんどないが（0.5 ppm未満）<sup>39)</sup>、使用後は飲用適の水で十分水洗することになっている<sup>39-40)</sup>。食品中のビタミンCやミネラルは、次亜塩素酸ナトリウムより電解水で洗浄したほうが減少しにくいという報告もある<sup>41)</sup>。

電解水のデメリットとしては、酸性電解水の金属腐食性が挙げられる。これは、酸性電解水中の食塩が影響しているため、食塩を被電解物とする強酸性電解水や弱酸性電解水の金属腐食性が高い。微酸性電解水については、塩酸水を用いているため金属腐食はほとんど見られない。なお、この金属腐食は酸性電解水使用後にアルカリ性電解水や水道水で流すことにより軽減できる。

電解水は、「大量調理施設衛生管理マニュアル」<sup>23)</sup>において次亜塩素酸水の名称で平成24年5月の改定以降、次亜塩素酸

ナトリウムと同等の殺菌効果を有するものとして記載されているが、その具体的な使用方法については未だ記載されていない。また、微酸性電解水、強酸性電解水および電解次亜水については、文部科学省「調理場における洗浄・消毒マニュアル Part1」<sup>30)</sup>に、調理場で使用される生野菜等の殺菌方法の代表的な薬剤の種類として記載されている。しかし、使用方法はそれぞれ、微酸性電解水では、「装置にて生成された 10～30 ppm の溶液に浸漬する。調理場では 4 つ目の槽にて使用すること。」、強酸性電解水では、「装置にて生成された 20～60 ppm の溶液に浸漬する。調理場では 4 つ目の槽にて使用すること。」、電解次亜水では、「装置にて生成された 80 ppm の溶液に 5～8 分浸漬する。」と記載されており、記載内容に統一性がなく、具体的ではない。また、電解水による洗浄は浸漬処理よりも流水処理の方がより殺菌効果が高いという報告があり<sup>42)</sup>、厚生労働省も使用上の留意点として流水による使用を挙げているため<sup>43)</sup>、その使用方法について明確にする必要がある。

## 5. 本研究の目的

以上述べたように、衛生管理に関するマニュアル等が作成され、学校給食施設における衛生管理レベルが向上した現在でも、野菜類の殺菌処理の多くが加熱処理により行われており、学校給食で生野菜が提供されることは少ない。学校給食において生野菜を提供することは、食材の味やにおい、食感を感じ取ることによる食育の推進や嗜好性の向上において重要であると考えられる。学校給食における生野菜提供に対して障壁となっているのは、マニュアル等の規制によるものだと推測出来る。したがって、加熱処理または次亜塩素酸ナトリウム以外の殺菌料の安全性が担保されると共に、給食を提供する側（栄養教諭、学校栄養職員などの学校給食栄養管理者）の意識を明らかにすることが出来れば、マニュアル等の見直

しにつながると考える。そこで、本研究では学校給食栄養管理者を対象とした調査を実施し、学校給食における生野菜提供の背景要因の解析を試みた。さらに、学校給食における生野菜提供を想定した野菜類の洗浄、電解水を用いた殺菌処理方法および保存に関する基礎的試験を行った。

表 1 電解水の種類 (25)

電解水	電解槽/生成器	被電解液	pH	有効塩素 (mg/kg)	許可状況
強酸性電解水 (強酸性次亜塩素酸水)	二室型/陽極 三室型/陽極	NaCl水 (<0.2%)	2.2~2.7	20~60	医療機器 (手術時手洗・内視鏡消毒) 食品添加物 (殺菌料) 特定防除資材
弱酸性電解水 (弱酸性次亜塩素酸水)	二室型/陽極 三室型/陽極	NaCl水 (<0.2%)	2.7~5	10~60	食品添加物 (殺菌料)
微酸性電解水 (微酸性次亜塩素酸水)	一室型	塩酸水 塩酸/NaCl混合水	5~6.5 5~6.5	10~30 50~80	食品添加物 (殺菌料) 特定防除資材
電解次亜水	一室型	NaCl水 (<0.2%)	>7.5	30~200	食品添加物 (殺菌料)
強アルカリ性電解水	二室・三室型 /陰極	NaCl水 (<0.2%)	11~11.5	-	希薄な水酸化ナトリウムと同等性

表 2 酸性電解水、電解次亜水および次亜塩素酸ナトリウムの特徴<sup>32)</sup>

	強酸性電解水	弱酸性電解水	微酸性電解水	電解次亜水	次亜塩素酸ナトリウム
pH	2.7以下	2.7~5.0	5~6.5	8~9	通常の使用濃度では8以上
有効成分濃度	20~60ppm	10~60ppm	10~80ppm	10~200ppm	50~300ppm
安定性の水	不安定であり、使用時使用場所での調節が原則/タンク貯留や配管による輸送では使用の都度または連続的に有効塩素濃度の確認が必要	同左	遮光容器で1年程度は安定	強酸性電解水、弱酸性電解水より安定	同左
主殺菌物質	遊離次亜塩素酸	遊離次亜塩素酸	遊離次亜塩素酸	遊離次亜塩素酸 (pH8以上になると含有比率が低下)	遊離次亜塩素酸 (アルカリ性のため含有比率が低い)
殺菌力	比較的低い有効塩素濃度でも短時間で殺菌効果を示す/細菌、真菌、ウイルスにも有効で細菌芽胞も殺菌できる	同左	同左	アルカリ側では芽胞殺菌効果は期待できない	細菌芽胞に対する効果は期待できない
金属への影響	塩素ガスを発生しやすいことや、乾燥によって塩が濃縮されることで微酸性電解水よりかなり腐食しやすい	同左	ステンレスに影響は小さい、真鍮はやや変色、アルミは白色斑点発生、鉄は水道水より若干錆びやすい	微酸性電解水と同程度	同左
危険性	貯留タンクのヘッドスペースに塩素ガスがたまるので何らかの対策が必要/使用時の発生に対しても換気等の対策を必要とする場合がある	同左	塩素ガスの発生はほとんどないのでタンクなどのヘッドスペースに溜まることはない	高濃度で使用すると次亜塩素酸ナトリウムと同様	高濃度で使用されることが多いので、環境や人に対する影響が大きい/手荒れ、廃水処理設備へのダメージ、酸の混合による塩素ガスの生成
クロロホルムの生成	有機物と接触してもクロロホルムは生成しにくい	同左	同左	アルカリ側では次亜塩素酸ナトリウムと同様	有機物と接触するとクロロホルムが生成する
捨水	原水の約半分の殺菌力のない水が生成される	同左	無し	無し	希釈使用なので捨水無し
能力生成	全量電解方式なので大能力機は困難	同左	電解後希釈方式なので生成能力に制限は無い	高能力機も可能	生成装置は不要
原料	食塩	食塩	希釈塩酸 (又は塩酸・食塩) /塩酸の管理が必要	食塩	次亜塩素酸ナトリウム製剤
析塩の出	使用后乾燥すると食塩が残留する	同左	塩を添加しないので噴霧使用や後濯ぎなしで使用できる	強酸性電解水と同様	同左
法適用	食品添加物	同左	同左	食品添加物と同様	食品添加物

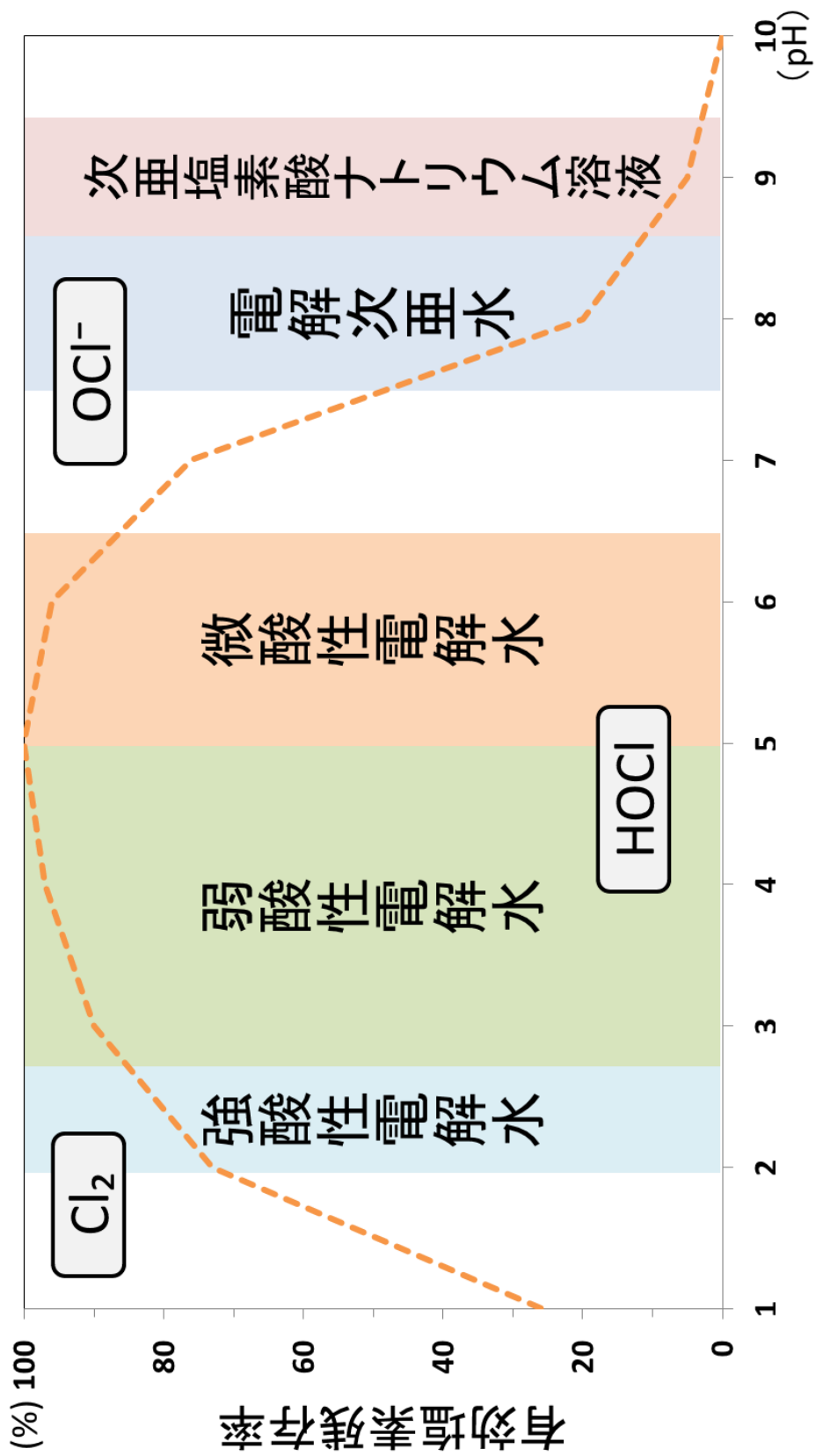


図 1 電解水および次亜塩素酸ナトリウムの pH による有効塩素残存率<sup>36)</sup>

## 第 2 章

学校給食栄養管理者の

生野菜提供意欲と

施設設備に関する調査および分析

## 1. 目的

現在、野菜類の生食は日本の食文化として定着しており、家庭においても高頻度で食べられている<sup>19)</sup>。学校給食実施基準<sup>12)</sup>では、学校給食は「家庭における日常の食生活の指標になるように配慮すること。」とされているが、野菜類を生で提供することは少なく、矛盾が生じている。この原因には、食中毒再発への不安や調理施設の設備が不十分であることが考えられるが、生野菜の提供を行わない要因を調査した報告はほとんどない。そこで、本研究では、学校給食調理場の設備や生野菜提供の現状を把握し、生野菜提供に関する今後の課題を明らかにすることを目的とした。

## 2. 方法

### (1) 対象者

学校給食調理場に勤務する学校給食栄養管理者を対象者とし、各都道府県 10 件ずつ、計 470 件とした。対象者の選定方法については、ホームページ等に学校給食献立表を公開していることを条件に、抽出のランダム性を保つために、条件に当てはまる学校給食調理場を抽出後、都道府県ごとに Microsoft Excel 2016 のランダム関数を用いて 10 件を無作為抽出した。なお、抽出件数が 10 件に満たなかった都道府県については、抽出した調理場を対象とし、残りの件数分は文部科学統計要覧（平成 29 年版）<sup>44)</sup>を用いて、児童・生徒数の多い都道府県に割り振った。返送された 206 件（回収率 43.8 %）のうち、回答漏れのあった 31 件を除いた 175 件を解析の対象とした。

### (2) 調査期間

調査期間は、2017 年 9 月 1 日から 9 月 30 日とした。



### (3) 調査方法

調査方法は、無記名自記式質問紙法とし、郵送法により回収を行った。

### (4) 調査項目

#### 1) 調査対象者の属性と調理場の概況

学校給食栄養管理者としての経験年数、現在の任用資格区分、調理場の作業環境・施設規模・運営方式、調理員数、提供食数、現在の生野菜の提供の有無について質問した。

#### 2) 調理場の設備や衛生管理体制

調理場の設備、物資の購入、検収について、公益社団法人全国学校栄養士協議会「平成 29 年度 研究授業方式による衛生管理研究会 点検表」<sup>45)</sup>を参考にして 23 の質問項目について、「4. 非常にあてはまる、3. だいたいあてはまる、2. すこしあてはまる、1. あてはまらない」の選択肢から、1つを選んで回答してもらった。

#### 3) 生野菜提供に対する学校給食栄養管理者の意識

学校給食における生野菜の提供、衛生基準、生野菜提供の利点、栄養士・調理員について 21 の質問項目について、「4. 思う、3. やや思う、2. やや思わない、1. 思わない」の選択肢から、1つを選んで回答してもらった。

### (5) 統計解析

集計・解析には、Microsoft Excel 2016、エクセル統計 2012（社会情報サービス）および IBM SPSS Amos 25（日本アイ・ビー・エム株式会社）を用いた。

#### 1) 単純集計

生野菜提供に対する学校給食栄養管理者の意識について、

「生野菜を提供したくない」の項目で、「思う」または「やや思う」と回答した群（以下否定群）と「思わない」または「やや思わない」と回答した群（以下肯定群）の 2 群に分けて全 15 項目をクロス集計し、 $\chi^2$  検定および残差分析を行った。有意水準は 5 %とした。

## 2) 数量化理論第Ⅲ類

生野菜提供には、その背景として調理場の状況と設備、衛生管理体制があると考え、数量化理論第Ⅲ類による分析を行った。数量化理論第Ⅲ類は、量的データにおける主成分分析をカテゴリーデータに拡張した分析方法と言えるものである<sup>46)</sup>。分析には、調理場の概況、調理場の設備と衛生管理体制および生野菜提供について（肯定群、否定群）をアイテムとして用いた。調理場の設備と衛生管理体制については、意見が集中する傾向があったため、標準偏差が 1.00 以上の項目を抽出して分析に用いた。

## 3) 構造方程式モデリング

「生野菜提供に対する学校給食栄養管理者の意識」および「調理場の設備や衛生管理体制」それぞれにおいて、探索的因子分析として最尤法プロマックス回転による因子分析を行った。その後、設問項目の中で共通性の推定値が低い項目について検討し、「生野菜提供に対する学校給食栄養管理者の意識」9 項目および「調理場の設備や衛生管理体制」12 項目を削除し、再度因子分析と各因子の解釈を行った。この時、抽出された因子の信頼性を検討するため、探索的因子分析から得られた因子ごとに Cronbach の  $\alpha$  係数を求めた。その後、因子間の関連性や理論的整合性を考慮してモデルを構築し、構造方程式モデリングを行った。適合度の指標として、GFI (Goodness of Fit Index)、AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index)、CFI

(Comparative Fit Index)、RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation) を用いた。

#### (6) 倫理的配慮

本調査は自由意思に基づいて行われること、調査は無記名式であり統計処理を行うため結果は匿名化されることなどの倫理的配慮については、調査依頼文書に明記し、調査用紙とともに配布した。また、調査用紙に設けた同意確認のためのチェックボックスへのチェックによって同意を確認した。調査は、高崎健康福祉大学倫理委員会から得た調査実施の承認（高崎健康大倫第 2914 号）を受けた後に行った。

### 3. 結果

#### (1) 単純集計

##### 1) 調査対象者の属性と調理場の概況

調査対象者の属性と調理場の概況を表 3 に示した。全体では、『学校給食栄養管理者としての経験年数』は、「10 年未満」34.3 %、「10 年以上 25 年未満」32.6 %、「25 年以上」33.1 %、平均  $16.7 \pm 11.9$  年だった。『任用資格区分』は、「栄養教諭」68.0 %、「学校栄養職員」32.0 %（管理栄養士 12.0 %、栄養士 20.0 %）だった。『調理場の作業環境』は、「ドライシステム」48.6 %、「ウェットシステムをドライ運用」49.7 %であり、「ウェットシステム」は 1.7 %だった。『調理場の施設規模』は、「共同調理場」が 68.0 %と最も多く、「単独調理場」は 29.7 %、「親子」2.3 %だった。『調理場の運営方式』は、「直営方式」53.1 %、「委託方式」46.9 %だった。『調理員数』は平均  $18.3 \pm 17.2$  人で、「10 人未満」37.7 %、「10 人以上 25 人未満」40.6 %、「25 人以上」21.7 %だった。『提供食数』は平均  $2161 \pm 2502$  食で、「1000 食未満」47.4 %、「1000 食以上 2500 食未

満」22.3%、「2500食以上」30.3%だった。『生野菜の提供の有無』は、「提供している」が49.7%、「提供していない」が50.3%とほぼ半々に分かれた。表には示していないが、提供している野菜の内訳は、ミニトマト（82件、94.3%）が9割以上を占めた。ミニトマトは細菌の付着が少なく、洗浄効果も高く<sup>47)</sup>、生で提供しやすい野菜である。他の野菜はレタス（14件、16.1%）、きゅうり（4件、4.6%）、キャベツ（4件、4.6%）などが提供されていたが、件数は少なく、生野菜を提供している調理場の8割以上がミニトマトのみを提供していた。

共同調理場と単独調理場・親子に分けてみると、共同調理場は『提供食数』が「2500食以上」の割合が44.5%と約半数を占めており、それに伴い、『調理員数』は「10人以上25人未満」が53.8%、「25人以上」が31.9%だった。『調理場の作業環境』は、共同調理場では「ドライシステム」が58.8%と約6割だったのに対し、単独調理場・親子では、「ドライシステム」は26.8%に過ぎず、「ウェットシステムをドライ運用」が71.4%と約7割を占めていた。

## 2) 調理場の設備や衛生管理体制

調理場の設備や衛生管理体制についての結果を表4に示した。調査項目は、公益社団法人全国学校栄養士協議会「平成29年度 研究授業方式による衛生管理研究会 点検票」<sup>45)</sup>を参考にしており、「非常にあてはまる」が望ましいと考える。全般的にはほぼすべての質問項目で「非常にあてはまる」又は「だいたいあてはまる」が約7割以上であり、設備や衛生管理体制が整備されている調理場が多かった。その中では、「非常にあてはまる」又は「だいたいあてはまる」が90%以上あった質問項目は、『食器具・容器および調理器具は、使用后確実に洗浄・消毒され、適切に保管されている』（98.3%）、『手洗い設備には、石けん液・消毒用アルコール・ペーパータオル・個

人用爪ブラシ等が整備されている』(98.8%)、『学校給食従事者専用トイレがある』(98.2%)、『清掃用具は汚染作業区域・非汚染作業区域で共用されていない』(92.5%)、『食品は保管基準に従い、適切に保管されている』(97.7%)だった。一方、低率だったのは、『室内は温度 25℃、湿度 80%以下に保たれている』(44.0%)、『下処理用シンクは、加熱調理用食品用・非加熱調理用食品用に区分している』(47.4%)、『調理したサラダや和え物を一時保管しておく冷蔵設備が整備されている』(50.3%)および『トイレ個室に手洗い設備がある』(57.2%)であり、「非常にあてはまる」又は「だいたいあてはまる」の回答が、約半数に留まった。この結果から、必要最低限の設備や衛生管理体制は整っているが、より衛生的な、例えば生野菜を取り扱うために必要な設備や衛生管理体制は整っていない施設が多いことがわかった。

### 3) 生野菜提供に対する学校給食栄養管理者の意識

生野菜提供に対する学校給食栄養管理者の意識についての結果を表 5 に示した。調査対象全体では、学校給食における生野菜の提供については、『提供食数を考えると、生野菜の提供は困難である』は「思う」28.6%、「やや思う」34.9%、『学校給食における食中毒の発生がなくなる限り、生野菜の提供は難しい』は「思う」26.9%、「やや思う」40.6%、『生野菜の提供を全国的に再開しても、食中毒の発生件数に変化はない』は「思わない」34.9%、「やや思わない」32.6%だった。衛生基準について、『現在の学校給食衛生管理基準は、生野菜の提供に適している』は、「思う」3.4%、「思わない」15.4%に留まり「やや思う」、「やや思わない」が 81.0%と中間的な意見が大部分を占めた。栄養士についての質問項目および調理員についての質問項目は、ほとんどが「思う」、「やや思う」の合計が約 50%であり、半々に分かれた。しかし、調理員に

ついでに質問項目「衛生管理に対する意識は十分にある」は、76.6%であり、比較的高率だった。

生野菜の提供に関しては慎重な意見が多く、「生野菜を提供したくない」の質問項目について、「思う」、「やや思う」が49.1%を占めた。そこで、生野菜を提供したいと回答した群（肯定群、50.9%）と生野菜は提供したくないと回答した群（否定群、49.1%）に分けて分析したところ、衛生基準については有意差が認められなかったが、学校給食における生野菜の提供、生野菜提供の利点、栄養士についておよび調理員については有意差が認められた質問項目があった。学校給食における生野菜の提供については『学校給食における食中毒の発生がなくなる限り、生野菜の提供は難しい』（ $p < 0.001$ ）で、否定群の方が「思う」と答えた割合が高かった。生野菜提供の利点については『生野菜の提供は、献立の多様化につながる』、『生野菜の提供は、食文化の継承につながる』、『生野菜は、献立の彩りを豊かにする』、『生野菜は、野菜本来のおいしさを味わうことができる』の4項目全部において有意差（ $p < 0.05$ ）が認められ、肯定群は生野菜提供の利点に対し高く評価していることがわかった。

## (2) 数量化理論第Ⅲ類による分析

生野菜提供の背景として考えられる施設概況と設備について、数量化理論第Ⅲ類による分析を試みた。先に(1)-2)調理場の設備や衛生管理体制の結果で述べたように、必要最低限の設備や衛生管理体制はほとんどの施設で整っていた。そのため、分析対象とする項目は、標準偏差が1.00以上の項目に絞って検討した。分析に用いた項目は、表6に示すとおりである。分析の結果、第1軸は、ドライシステム、作業区域の部屋単位区分がある、気温・湿度が適切、下処理用シンクの加熱・非加熱区分があるなどのアイテム・カテゴリ値が大きいこ

とから、「設備整備」と解釈した。第 2 軸は、共同調理場、調理員数が 25 人以上、提供食数が 2500 食以上のアイテム・カテゴリ値が正に大きいことから、「施設規模」と解釈した。

第 1 軸と第 2 軸のアイテム・カテゴリ値をプロットすると図 2 のようになり、2 つのグループに分類された。主として第 4 象限に属するグループには、下処理シンク区分あり、ドライシステム、トイレ内に手洗い設備あり、生野菜を提供している、冷蔵冷凍設備用途別がありなどが含まれ、設備整備が十分であると考えられることから、これらを「設備優良グループ」とした。肯定群は、このグループに分布していた。第 2 象限に属するグループには、ウェットシステム、温度・湿度が適切でない、冷蔵冷凍設備用途別になし、生野菜提供していないなどが含まれ、これらを「整備途上グループ」とした。否定群は、このグループに分布していた。

### (3) 構造方程式モデリングによる分析

#### 1) 探索的因子分析

評点尺度法で質問した生野菜提供に対する学校給食栄養管理者の意識や調理場の設備や衛生管理体制の結果を用いて探索的因子分析を行い、5 つの因子が得られた。

##### i) 生野菜提供に対する学校給食栄養管理者の意識

生野菜提供に対する学校給食栄養管理者の意識についての項目では、12 項目 3 因子構造を得た（表 7）。第 1 因子は、生野菜のメリットに関する項目で構成されていたため、「生野菜のメリット」（5 項目、Cronbach の  $\alpha = 0.878$ ）と解釈した。第 2 因子は、栄養士および調理員の生野菜提供に関する能力や意識の項目で構成されていたため、「調理従事者の能力・意識」（5 項目、Cronbach の  $\alpha = 0.867$ ）と解釈した。第 3 因子は、生野菜提供の是非に関する項目で構成されていたため、「生野菜提供意欲」（2 項目、Cronbach の  $\alpha = 0.810$ ）と解釈

した。

## ii) 調理場の設備や衛生管理体制

調理場の設備や衛生管理体制についての項目では、12項目2因子構造を得た(表8)。第1因子は、「泥付きの根菜類等の処理は検収室で行っている」や「学校給食施設区分に従って、汚染作業区域と非汚染作業区域を部屋単位で区分している」など、施設設備や区分に関する項目で構成されていたため、「望ましい施設設備・区分」(7項目、Cronbachの $\alpha = 0.868$ )と解釈した。第2因子は、「食品納入業者の衛生管理の啓発に努めている」や「食品は保管基準に従い、適切に保管されている」などの衛生管理に関する項目を中心に構成されていたため、「衛生管理に対する意識」(5項目、Cronbachの $\alpha = 0.706$ )と解釈した。

## 2) 構造方程式モデリング

調理場の設備や衛生管理体制と生野菜提供に対する学校給食栄養管理者の意識との関連について、探索的因子分析により抽出した因子を用いて構造方程式モデリングを行った。抽出した因子を観測変数として用いた。「生野菜提供意欲」は、「生野菜のメリット」、「調理場の設備や衛生管理体制」および「調理従事者の能力・意識」に影響を受けると仮説を立ててモデルを構築し、説明変数からのパスを増減させることで適合度の向上を図り、最も良好な適合が認められたものを最終的な解として採用した。

その結果を図3に示した。「生野菜提供意欲」に対して「生野菜のメリット」の標準化係数が0.48と高値であり、強く影響していることが示された。他の因子と「生野菜提供意欲」との標準化係数は-0.17~0.18と低値であり、「衛生管理に対する意識」は負の影響を及ぼしていた。また、「望ましい施設設備・区分」に対する「衛生管理に対する意識」の標準化係数が



0.62 と高値であり、強く影響していた。適合度は、 $GFI = 0.990$ 、 $AGFI = 0.951$ 、 $CFI = 0.992$  と、モデルの採択基準<sup>48・49)</sup>である 0.9 を上回っていた。また、 $RMSEA = 0.051$  であり、採択基準とほぼ同じ値を示しており、良好な適合が認められた。また、パス図に示した標準化係数は、「生野菜のメリット」に対する「望ましい施設設備・区分」と、「生野菜提供意欲」に対する「衛生管理に対する意識」以外において 5%水準以下で有意性が認められた。

#### 4. 考察

本研究では、学校給食における生野菜提供に関して、学校給食調理場の設備や生野菜提供に対する学校給食栄養管理者の意識の現状を調査し、今後の課題を明らかにすることを目的として、アンケート調査を実施した。

##### (1) 単純集計

調理場の設備や衛生管理体制については、器具等の洗浄・消毒や手洗い設備、学校給食従事者専用トイレ、清掃用具の区別、食品の保管方法などの最低限整備すべきと考えられる設備や衛生管理体制は、「非常にあてはまる」と「だいたいあてはまる」の回答が 9 割以上あり、これらについては整備されていることがわかった。学校給食従事者専用トイレを除いて、これらの項目については、衛生管理意識の向上や備品の購入によって改善することが可能であり、比較的整備が容易な項目である。そのため、ほとんどの調理場において整っていたと考えられる。

一方、「非常にあてはまる」と「だいたいあてはまる」の合計が約半数以下だった項目は、室内温度・湿度や、下処理用シンクの用途別区分、一時保管用の冷蔵設備、トイレ個室内の手洗い設備のような、大型機材の購入や改修などが必要なもの

だった。これらの項目の改善には、行政の意識や理解、財源も必要であり、学校給食栄養管理者や調理場職員の意識だけでは対応が困難<sup>50)</sup>であるため、整備されている調理場が少なかったと考えられる。特に、下処理用シンクの用途別区分については、平成8年に発生した集団食中毒以前に建てられた調理場は、当時用途別に区分するという基準がなかったこと、また、集団食中毒発生以後に建てられた調理場は、野菜類は加熱調理が原則とされており、用途別のシンクを設置する必要性が薄かったことから、現在においても「あてはまらない」と回答した調理場が45.1%と非常に多かったと考えられる。

生野菜提供に対する学校給食栄養管理者の意識について、肯定群と否定群に分けて分析したところ、『学校給食における食中毒の発生がなくならない限り、生野菜の提供は難しい』で有意差がみられ、残差分析の結果、肯定群は「やや思わない」、否定群は「思う」と回答していた。生野菜提供の利点では、ほとんどの質問項目で有意差が認められ、いずれも肯定群は「思う」、「やや思う」と回答しており、肯定群は生野菜提供の利点を強く感じていることがわかった。一方、否定群は「やや思わない」、「思わない」と回答している質問項目が多く、生野菜の提供に利点を感じておらず、食中毒に対する不安が強い傾向がみられた。食中毒に対する不安については、学校給食栄養管理者の意識だけでなく、調理場の衛生環境も関連しているため、環境整備を進めていく必要がある。また、生野菜を提供することの利点を感じるかどうかは、学校給食栄養管理者の意識によるものであると考える。そのため、表5に示したような生野菜提供の利点について学校給食栄養管理者に働きかけることで、学校給食における生野菜の提供につながることを示唆された。

## (2) 数量化理論第Ⅲ類による分析

生野菜提供に関して、調理場の施設概況と設備との関係を数量化理論第Ⅲ類で分析したところ、第1軸には設備整備、第2軸には施設規模が抽出された。また、第1軸と第2軸のアイテム・カテゴリ値をプロットした結果、「設備優良グループ」と「整備途上グループ」の2つのグループに分類された。

「設備優良グループ」には肯定群および生野菜提供している、「整備途上グループ」には否定群および生野菜提供していないが含まれていることから、調理場の設備が整っていないと生野菜を提供することが出来ず、また生野菜を提供したくないと考える傾向があることが確認できた。

これらの結果から、学校給食における生野菜の提供を全国的に拡大していくためには、調理場の設備を見直して生野菜提供に適した環境を整備し、また、生野菜提供の意義を学校給食栄養管理者に対して働きかけていくことが必要だとわかった。今回の質問項目にはなかったが、環境の整備には学校給食栄養管理者として学校長や教育委員会へ衛生的な設備に対する要望を明らかにすることも重要であると考えられる。

## (3) 構造方程式モデリングによる分析

探索的因子分析の結果、生野菜提供に対する学校給食栄養管理者の意識に関する質問項目から、「生野菜メリット」、「調理従事者の能力・意識」および「生野菜提供意欲」の3因子、調理場の設備や衛生管理体制に関する質問項目から、「望ましい施設設備・区分」および「衛生管理に対する意識」の2因子、計5因子が抽出された。これらの因子は、単純集計において示したように、 $\chi^2$ 検定により、学校給食栄養管理者の生野菜提供意欲には、生野菜のメリットを感じているかどうかに関連していること、数量化理論第Ⅲ類により、調理場の設備が整っていることが生野菜提供の実施や生野菜提供意欲につ

ながることに対応しており、妥当な因子であると考えられる。

構造方程式モデリングを行った結果、モデル適合度は採択基準をほぼ満たしていた。「生野菜提供意欲」に対して「生野菜のメリット」が高い標準化係数を示し、強く影響していた。このことから、生野菜提供を推進していくためには、学校給食栄養管理者に対して、生野菜のメリットの観点から働きかけを行う必要があることが示唆された。また、「生野菜提供意欲」は「衛生管理に対する意識」および「望ましい施設設備・区分」からも影響を受けており、「望ましい施設設備・区分」については、「衛生管理に対する意識」から強く影響を受けていた。このことから、「衛生管理に対する意識」は間接的にも「生野菜提供意欲」に影響を与えていることが分かった。しかも、「衛生管理に対する意識」は「生野菜提供意欲」に対して直接的には負の影響を与えているが、「望ましい施設設備・区分」を介すと正の影響となることから、調理場設備が充実していることが「生野菜提供意欲」には重要だと考えられる。

しかしながら、「衛生管理に対する意識」および「望ましい施設設備・区分」の「生野菜提供意欲」に対する標準化係数はそれぞれ-0.17、0.18と低かった。これは、単純集計の『生野菜提供に対する学校給食栄養管理者の意識』の質問項目の「安全に提供することが可能であれば、生野菜を提供したい」の問いに対し、「生野菜提供否定群」においても約半数が思う・やや思うと回答しているように、生野菜の提供に対して安全であるという条件下に限定している学校給食栄養管理者が多いことを示していると考えられる。また、学校給食の衛生管理について、全国学校栄養教諭・学校栄養職員研究大会の研究主題の1つとして取り上げられたり<sup>51)</sup>、研究が行われたりする<sup>52)</sup>など非常に厳しい衛生管理が求められている。このように、課題が多くある中で、より厳しい衛生管理が求められる生野菜を提供しようと思わないことが生野菜提供の条件を限定して

いる要因だと考えられる。他方、単に調理場設備を整備したとしても、直接的には学校給食栄養管理者の生野菜提供意欲の向上につながらないことが示唆された。しかし、数量化理論第Ⅲ類による分析で述べたように、実際の生野菜提供に関しては、「下処理区分あり、ドライシステム、トイレ内に手洗い設備あり、冷蔵冷凍設備用途別にありなどの項目が含まれ、設備整備が十分である設備優良グループ」が生野菜提供しているケースが多い。すなわち、調理場設備を整備していくことは、学校給食栄養管理者の生野菜提供意欲の向上には直接つながらないが、生野菜提供の実施の背景要因として必要であると考えられる。竹西ら<sup>53)</sup>によると、生野菜に対する安全感は、法令を順守し衛生的に取り扱っているかどうか最も影響している。そのため、学校給食においても、調理場の設備や衛生管理基準を順守した衛生管理体制を整備していくことが、学校給食栄養管理者や調理員など学校給食の提供に携わっている人に安全感をもたらし、生野菜提供の実施につながるとみられる。

以上のことから、学校給食における生野菜提供を推進していくためには、学校給食栄養管理者の生野菜提供意欲の向上と生野菜提供を安全に実施できる環境整備を目的として、学校給食栄養管理者に対する生野菜のメリットの観点からの働きかけを行うとともに、調理場の設備および衛生管理体制の整備を実施する必要があることがわかった。

本研究の限界として、次の2つが挙げられる。1つは、全国的なアンケート調査として実施したが、抽出条件がホームページ等に学校給食献立表を公開していると限定的だったこと、そしてもう1つは、回収率が43.8%と半数以下であり、調査結果に偏りが生じている可能性があることである。本研究では、抽出した学校給食調理場に直接調査用紙を送付した。今後は、教育委員会等の行政を通して調査を実施することで、回収

率が増加し、結果がより一般化できると考える。

表 3 調査対象者の属性と調理場の概況

質問項目	回答肢	全体		共同調理場		単独調理場・親子**	
		n = 175 人数 (%)		n = 119 人数 (%)		n = 56 人数 (%)	
栄養 士 経験年数*	学校給食栄養管理者としての 10年未満	60	(34.3)	45	(37.8)	15	(26.8)
	10年以上25年未満	57	(32.6)	38	(31.9)	19	(33.9)
	25年以上	58	(33.1)	36	(30.3)	22	(39.3)
現在の任用資格区分	栄養教諭	119	(68.0)	83	(69.7)	36	(64.3)
	学校栄養職員（管理栄養士）	21	(12.0)	16	(13.4)	5	(8.9)
	学校栄養職員（栄養士）	35	(20.0)	20	(16.8)	15	(26.8)
調理場 作業環境	ドライシステム	85	(48.6)	70	(58.8)	15	(26.8)
	ウェットシステムをドライ運用	87	(49.7)	47	(39.5)	40	(71.4)
	ウェットシステム	3	(1.7)	2	(1.7)	1	(1.8)
調理場 運営規模	単独調理場	52	(29.7)	0	(0.0)	52	(92.9)
	共同調理場	119	(68.0)	119	(100.0)	0	(0.0)
	親子**	4	(2.3)	0	(0.0)	4	(7.1)
調理場 運営方式	直営方式	93	(53.1)	60	(50.4)	33	(58.9)
	委託方式***	82	(46.9)	59	(49.6)	23	(41.1)
調理員数*	10人未満	66	(37.7)	17	(14.3)	49	(87.5)
	10人以上25人未満	71	(40.6)	64	(53.8)	7	(12.5)
	25人以上	38	(21.7)	38	(31.9)	0	(0.0)
提供食数*	1000食未満	83	(47.4)	30	(25.2)	53	(94.6)
	1000食以上2500食未満	39	(22.3)	36	(30.3)	3	(5.4)
	2500食以上	53	(30.3)	53	(44.5)	0	(0.0)
生野菜の提供の有無	提供している	87	(49.7)	62	(52.1)	25	(44.6)
	提供していない	88	(50.3)	57	(47.9)	31	(55.4)

\*：実数を3区分に分類して集計。平均値±標準偏差は以下の通り。

学校給食栄養管理者としての経験年数(年) 16.7±11.9 調理員数(人) 18.3±17.2 提供食数(食) 2161±2502

\*\*：単独調理場が調理場を持たない学校の給食調理も行うこと。

\*\*\*：運営の一部または全部を外部の専門会社に任せること。

表 4 調理場の設備や衛生管理体制

質問項目	回答肢	人数 (%)	n = 175	
			平均値*	±標準偏差
給食施設は、食数に応じた広さ（面積）である	非常にあてはまる	49 (28.0)	2.87	±0.98
	だいたいあてはまる	79 (45.1)		
	すこしあてはまる	22 (12.6)		
	あてはまらない	25 (14.3)		
汚染作業区域と非汚染作業区域を部屋単位で区分している	非常にあてはまる	74 (42.3)	2.81	±1.21
	だいたいあてはまる	34 (19.4)		
	すこしあてはまる	27 (15.4)		
	あてはまらない	40 (22.9)		
室内は温度25°C、湿度80%以下に保たれている	非常にあてはまる	28 (16.0)	2.20	±1.13
	だいたいあてはまる	49 (28.0)		
	すこしあてはまる	28 (16.0)		
	あてはまらない	70 (40.0)		
食品の種類や調理の過程ごとにそれぞれ専用の器具や容器を備え、区別している	非常にあてはまる	98 (56.0)	3.43	±0.76
	だいたいあてはまる	60 (34.3)		
	すこしあてはまる	11 (6.3)		
	あてはまらない	6 (3.4)		
下処理用のシンクは、3槽（以上）シンクが設置されている	非常にあてはまる	135 (77.1)	3.58	±0.89
	だいたいあてはまる	21 (12.0)		
	すこしあてはまる	5 (2.9)		
	あてはまらない	14 (8.0)		
下処理用のシンクは、加熱調理食品用・非加熱調理食品用に区分している	非常にあてはまる	48 (27.4)	2.30	±1.29
	だいたいあてはまる	35 (20.0)		
	すこしあてはまる	13 (7.4)		
	あてはまらない	79 (45.1)		
冷蔵および冷凍設備は食数に応じたものが用途別に整備されている	非常にあてはまる	55 (31.4)	2.87	±1.02
	だいたいあてはまる	67 (38.3)		
	すこしあてはまる	28 (16.0)		
	あてはまらない	25 (14.3)		
食器具・容器および調理器具は、使用后確実に洗浄・消毒され、適切に保管されている	非常にあてはまる	130 (74.3)	3.72	±0.51
	だいたいあてはまる	42 (24.0)		
	すこしあてはまる	2 (1.1)		
	あてはまらない	1 (0.6)		
調理したサラダや和え物を一時保管しておく冷蔵設備が整備されている	非常にあてはまる	69 (39.4)	2.49	±1.36
	だいたいあてはまる	19 (10.9)		
	すこしあてはまる	16 (9.1)		
	あてはまらない	71 (40.6)		
手洗い設備は肘まで洗える大きさである	非常にあてはまる	93 (53.1)	3.30	±0.89
	だいたいあてはまる	52 (29.7)		
	すこしあてはまる	20 (11.4)		
	あてはまらない	10 (5.7)		
手洗い設備は、作業区分ごとに適切に設置されている	非常にあてはまる	81 (46.3)	3.13	±0.99
	だいたいあてはまる	51 (29.1)		
	すこしあてはまる	27 (15.4)		
	あてはまらない	16 (9.1)		
手洗い設備には、石けん液・消毒用アルコール・ペーパータオル・個人用爪ブラシ等が整備されている	非常にあてはまる	149 (85.1)	3.83	±0.43
	だいたいあてはまる	24 (13.7)		
	すこしあてはまる	1 (0.6)		
	あてはまらない	1 (0.6)		

\*：非常にあてはまる=4，だいたいあてはまる=3，すこしあてはまる=2，あてはまらない=1として、平均値と標準偏差を算出した。



表 4 続き

n = 175			
質問項目	回答肢	人数 (%)	平均値* ±標準偏差
手洗い設備は感知式で、直接手で操作しない構造のものである	非常にあてはまる	123 (70.3)	3.46 ±0.96
	だいたいあてはまる	24 (13.7)	
	すこしあてはまる	13 (7.4)	
	あてはまらない	15 (8.6)	
学校給食従事者専用トイレがある	非常にあてはまる	156 (89.1)	3.86 ±0.45
	だいたいあてはまる	16 (9.1)	
	すこしあてはまる	1 (0.6)	
	あてはまらない	2 (1.1)	
学校給食従事者専用トイレの設置場所は適切である	非常にあてはまる	118 (67.4)	3.40 ±1.01
	だいたいあてはまる	28 (16.0)	
	すこしあてはまる	10 (5.7)	
	あてはまらない	19 (10.9)	
トイレには調理衣を着脱する前室が設けられている	非常にあてはまる	79 (45.1)	2.86 ±1.24
	だいたいあてはまる	36 (20.6)	
	すこしあてはまる	16 (9.1)	
	あてはまらない	44 (25.1)	
トイレ個室に手洗い設備がある	非常にあてはまる	89 (50.9)	2.70 ±1.41
	だいたいあてはまる	11 (6.3)	
	すこしあてはまる	9 (5.1)	
	あてはまらない	66 (37.7)	
清掃用具は汚染作業区域・非汚染作業区域で共用されていない	非常にあてはまる	125 (71.4)	3.61 ±0.73
	だいたいあてはまる	37 (21.1)	
	すこしあてはまる	7 (4.0)	
	あてはまらない	6 (3.4)	
物資選定委員会等が設置され、安全・安心な食品選定が検討できる体制ができている	非常にあてはまる	83 (47.4)	3.10 ±1.03
	だいたいあてはまる	46 (26.3)	
	すこしあてはまる	27 (15.4)	
	あてはまらない	19 (10.9)	
食品納入業者の衛生管理の啓発に努めている	非常にあてはまる	60 (34.3)	3.17 ±0.71
	だいたいあてはまる	86 (49.1)	
	すこしあてはまる	28 (16.0)	
	あてはまらない	1 (0.6)	
食品は専用容器に移し替え、下処理室・調理室・食品保管室に段ボール等は持ち込まれていない	非常にあてはまる	111 (63.4)	3.41 ±0.91
	だいたいあてはまる	37 (21.1)	
	すこしあてはまる	15 (8.6)	
	あてはまらない	12 (6.9)	
食品は保管基準に従い、適切に保管されている	非常にあてはまる	122 (69.7)	3.67 ±0.52
	だいたいあてはまる	49 (28.0)	
	すこしあてはまる	4 (2.3)	
	あてはまらない	0 (0.0)	
泥付きの根菜類等の処理は検収室で行われている	非常にあてはまる	94 (53.7)	3.00 ±1.24
	だいたいあてはまる	27 (15.4)	
	すこしあてはまる	14 (8.0)	
	あてはまらない	40 (22.9)	

\*：非常にあてはまる=4，だいたいあてはまる=3，すこしあてはまる=2，あてはまらない=1として、平均値と標準偏差を算出した。

表 5 生野菜提供に対する学校給食栄養管理者の意識

質問項目	回答肢	全体		生野菜提供 したい(肯定)		生野菜提供 したくない(否定)		$\chi^2$ 値 (自由度)	有意確率 $p$ 値
		n=175 人数 (%)		n=89 人数 (%)		n=86 人数 (%)			
安全に提供することが可能であれば、生野菜を提供したい	思う	49 (28.0)		45 (50.6)		4 (4.7)		66.6 (3)	< 0.001
	やや思う	74 (42.3)		38 (42.7)		36 (41.9)			
	やや思わない	34 (19.4)		6 (6.7)		28 (32.6)			
	思わない	18 (10.3)		0 (0.0)		18 (20.9)			
提供食数を考えると、生野菜の提供は困難である	思う	25 (14.3)		18 (20.2)		7 (8.1)		30.6 (3)	< 0.001
	やや思う	39 (22.3)		28 (31.5)		11 (12.8)			
	やや思わない	61 (34.9)		33 (37.1)		28 (32.6)			
	思わない	50 (28.6)		10 (11.2)		40 (46.5)			
学校給食調理後2時間以内に喫食できている	思う	63 (36.0)		32 (36.0)		31 (36.0)		1.8 (3)	0.007
	やや思う	56 (32.0)		25 (28.1)		31 (36.0)			
	やや思わない	34 (19.4)		19 (21.3)		15 (17.4)			
	思わない	22 (12.6)		13 (14.6)		9 (10.5)			
学校給食における食中毒の発生がなくなる限り、生野菜の提供は難しい	思う	19 (10.9)		14 (15.7)		5 (5.8)		31.3 (3)	< 0.001
	やや思う	38 (21.7)		31 (34.8)		7 (8.1)			
	やや思わない	71 (40.6)		32 (36.0)		39 (45.3)			
	思わない	47 (26.9)		12 (13.5)		35 (40.7)			
生野菜の提供を全国的に再開しても、食中毒の発生件数に変化はない	思う	10 (5.7)		8 (9.0)		2 (2.3)		17.3 (3)	< 0.001
	やや思う	47 (26.9)		33 (37.1)		14 (16.3)			
	やや思わない	57 (32.6)		27 (30.3)		30 (34.9)			
	思わない	61 (34.9)		21 (23.6)		40 (46.5)			
野菜は加熱処理すれば衛生的に安全である	思う	21 (12.0)		12 (13.5)		9 (10.5)		1.4 (3)	< 0.001
	やや思う	81 (46.3)		38 (42.7)		43 (50.0)			
	やや思わない	51 (29.1)		26 (29.2)		25 (29.1)			
	思わない	22 (12.6)		13 (14.6)		9 (10.5)			
野菜に次亜塩素酸ナトリウム等の殺菌料を使用することに抵抗がある	思う	66 (37.7)		26 (29.2)		40 (46.5)		7.5 (3)	0.018
	やや思う	78 (44.6)		45 (50.6)		33 (38.4)			
	やや思わない	22 (12.6)		11 (12.4)		11 (12.8)			
	思わない	9 (5.1)		7 (7.9)		2 (2.3)			

表 5 続き

質問項目	回答肢	全体		生野菜提供 したい(肯定)		生野菜提供 したくない(否定)		$\chi^2$ 値 (自由度)	有意確率 $p$ 値
		n=175 人数 (%)		n=89 人数 (%)		n=86 人数 (%)			
衛生 基 準	マニュアルや衛生管理基準を厳守 すれば、食中毒は発生しない	思う	22 (12.6)	13 (14.6)	9 (10.5)	4.1 (3)	0.008		
	やや思う	82 (46.9)	38 (42.7)	44 (51.2)					
	やや思わない	40 (22.9)	18 (20.2)	22 (25.6)					
	思わない	31 (17.7)	20 (22.5)	11 (12.8)					
衛生 基 準	現在の学校給食衛生管理基準は、 生野菜の提供に適している	思う	6 (3.4)	3 (3.4)	3 (3.5)	3.1 (3)	0.376		
	やや思う	72 (41.1)	42 (47.2)	30 (34.9)					
	やや思わない	70 (40.0)	33 (37.1)	37 (43.0)					
	思わない	27 (15.4)	11 (12.4)	16 (18.6)					
衛生 基 準	マニュアルや衛生管理基準の中に は、衛生管理について過剰な対応 だと感じるものがある	思う	10 (5.7)	6 (6.7)	4 (4.7)	4.3 (3)	0.014		
	やや思う	47 (26.9)	28 (31.5)	19 (22.1)					
	やや思わない	72 (41.1)	37 (41.6)	35 (40.7)					
	思わない	46 (26.3)	18 (20.2)	28 (32.6)					
衛生 基 準	生野菜の提供は、献立の多様化に つながる	思う	73 (41.7)	48 (53.9)	25 (29.1)	14.5 (3)	0.002		
	やや思う	64 (36.6)	30 (33.7)	34 (39.5)					
	やや思わない	33 (18.9)	9 (10.1)	24 (27.9)					
	思わない	5 (2.9)	2 (2.2)	3 (3.5)					
衛生 基 準	生野菜の提供は、食文化の継承に つながる	思う	26 (14.9)	16 (18.0)	10 (11.6)	8.1 (3)	0.043		
	やや思う	61 (34.9)	37 (41.6)	24 (27.9)					
	やや思わない	71 (40.6)	31 (34.8)	40 (46.5)					
	思わない	17 (9.7)	5 (5.6)	12 (14.0)					
衛生 基 準	生野菜は、献立の彩りを豊かにす る	思う	73 (41.7)	45 (50.6)	28 (32.6)	10.7 (3)	0.014		
	やや思う	86 (49.1)	41 (46.1)	45 (52.3)					
	やや思わない	13 (7.4)	2 (2.2)	11 (12.8)					
	思わない	3 (1.7)	1 (1.1)	2 (2.3)					
衛生 基 準	生野菜は、野菜本来の食感を味わ うことができる	思う	92 (52.6)	54 (60.7)	38 (44.2)	5.9 (3)	0.117		
	やや思う	74 (42.3)	32 (36.0)	42 (48.8)					
	やや思わない	5 (2.9)	1 (1.1)	4 (4.7)					
	思わない	4 (2.3)	2 (2.2)	2 (2.3)					
衛生 基 準	生野菜は、野菜本来のおいしさを 味わうことができる	思う	84 (48.0)	54 (60.7)	30 (34.9)	12.5 (3)	0.006		
	やや思う	76 (43.4)	30 (33.7)	46 (53.5)					
	やや思わない	11 (6.3)	3 (3.4)	8 (9.3)					
	思わない	4 (2.3)	2 (2.2)	2 (2.3)					
衛生 基 準	生野菜の提供はしたくない	思う	29 (16.6)	0 (0.0)	29 (33.7)	175.0 (3)	0.927		
	やや思う	57 (32.6)	0 (0.0)	57 (66.3)					
	やや思わない	61 (34.9)	61 (68.5)	0 (0.0)					
	思わない	28 (16.0)	28 (31.5)	0 (0.0)					

表 5 続き

質問項目	回答肢	全体		生野菜提供 したい(肯定)		生野菜提供 したくない(否定)		$\chi^2$ 値 (自由度)	有意確率 $p$ 値
		n=175 人数 (%)		n=89 人数 (%)		n=86 人数 (%)			
* 栄養士 に あ る	思う	15	(8.6)	7	(7.9)	8	(9.3)	7.8 (3)	0.050
	やや思う	67	(38.3)	43	(48.3)	24	(27.9)		
	やや思わない	72	(41.1)	30	(33.7)	42	(48.8)		
に あ る	思う	21	(12.0)	9	(10.1)	12	(14.0)	5.8 (3)	0.124
	やや思う	19	(10.9)	12	(13.5)	7	(8.1)		
	やや思わない	82	(46.9)	47	(52.8)	35	(40.7)		
つ い て	思う	63	(36.0)	26	(29.2)	37	(43.0)	5.6 (3)	0.134
	やや思わない	11	(6.3)	4	(4.5)	7	(8.1)		
	思わない	15	(8.6)	8	(9.0)	7	(8.1)		
* 調 理 員 に あ る	思う	75	(42.9)	45	(50.6)	30	(34.9)	10.7 (3)	0.014
	やや思う	60	(34.3)	27	(30.3)	33	(38.4)		
	やや思わない	25	(14.3)	9	(10.1)	16	(18.6)		
つ い て	思う	13	(7.4)	8	(9.0)	5	(5.8)	2.2 (3)	0.527
	やや思う	74	(42.3)	47	(52.8)	27	(31.4)		
	やや思わない	66	(37.7)	26	(29.2)	40	(46.5)		
衛 生 管 理 に 対 す る	思う	22	(12.6)	8	(9.0)	14	(16.3)	2.2 (3)	0.527
	やや思う	39	(22.3)	18	(20.2)	21	(24.4)		
	やや思わない	95	(54.3)	53	(59.6)	42	(48.8)		
る	思う	33	(18.9)	15	(16.9)	18	(20.9)	2.2 (3)	0.527
	やや思わない	8	(4.6)	3	(3.4)	5	(5.8)		

\*：栄養士・調理員は調理場にいる全ての栄養士および調理員を指す。

表 6 数量化理論第Ⅲ類による分類

アイテム	カテゴリ	度数	アイテム・カテゴリ値	
			第1軸	第2軸
調理場の作業環境	ドライシステム	85	1.49	-0.55
	ウェットシステム	90	-1.40	0.52
調理場の運営規模	単独調理場	56	-1.55	-2.47
	共同調理場	119	0.73	1.16
調理場の運営方式	直営方式	93	-0.52	-0.01
	委託方式	82	0.58	0.01
調理員数	10人未満	66	-1.27	-2.40
	10人以上25人未満	71	0.60	0.55
	25人以上	38	1.09	3.14
提供食数	1000食未満	83	-0.99	-2.02
	1000食以上2500食未満	39	1.38	-0.21
	2500食以上	53	0.53	3.31
生野菜の提供の有無	している	87	0.36	-0.29
	していない	88	-0.36	0.29
作業区域の部屋単位区分	ある	108	1.09	-0.20
	ない	67	-1.76	0.32
調理場の温度・湿度	適切	77	1.49	-0.69
	適切でない	98	-1.17	0.54
下処理用シンクの加熱・非加熱区分	ある	83	1.14	0.14
	ない	92	-1.03	-0.13
冷蔵冷凍設備の用途別設置	ある	122	0.67	-0.70
	ない	53	-1.55	1.61
サラダの一時保管用の冷蔵設備	ある	88	0.88	-0.97
	ない	87	-0.89	0.98
トイレの設置場所	適切	146	0.41	0.12
	適切でない	29	-2.07	-0.61
トイレ内の調理衣着脱用の前室	ある	115	0.89	-0.35
	ない	60	-1.70	0.68
トイレ内の手洗い設備	ある	100	0.70	-0.92
	ない	75	-0.94	1.23
食品選定のための体制	ある	129	-0.15	-0.06
	ない	46	0.42	0.16
検収室での泥付き野菜の処理	行っている	121	0.82	-0.08
	行っていない	54	-1.84	0.18
生野菜提供	肯定群	89	0.31	-0.23
	否定群	86	-0.32	0.24
	固有値		0.292	0.130
	寄与率		26.2%	11.6%
	累積寄与率		26.2%	37.8%
	相関係数		0.541	0.361

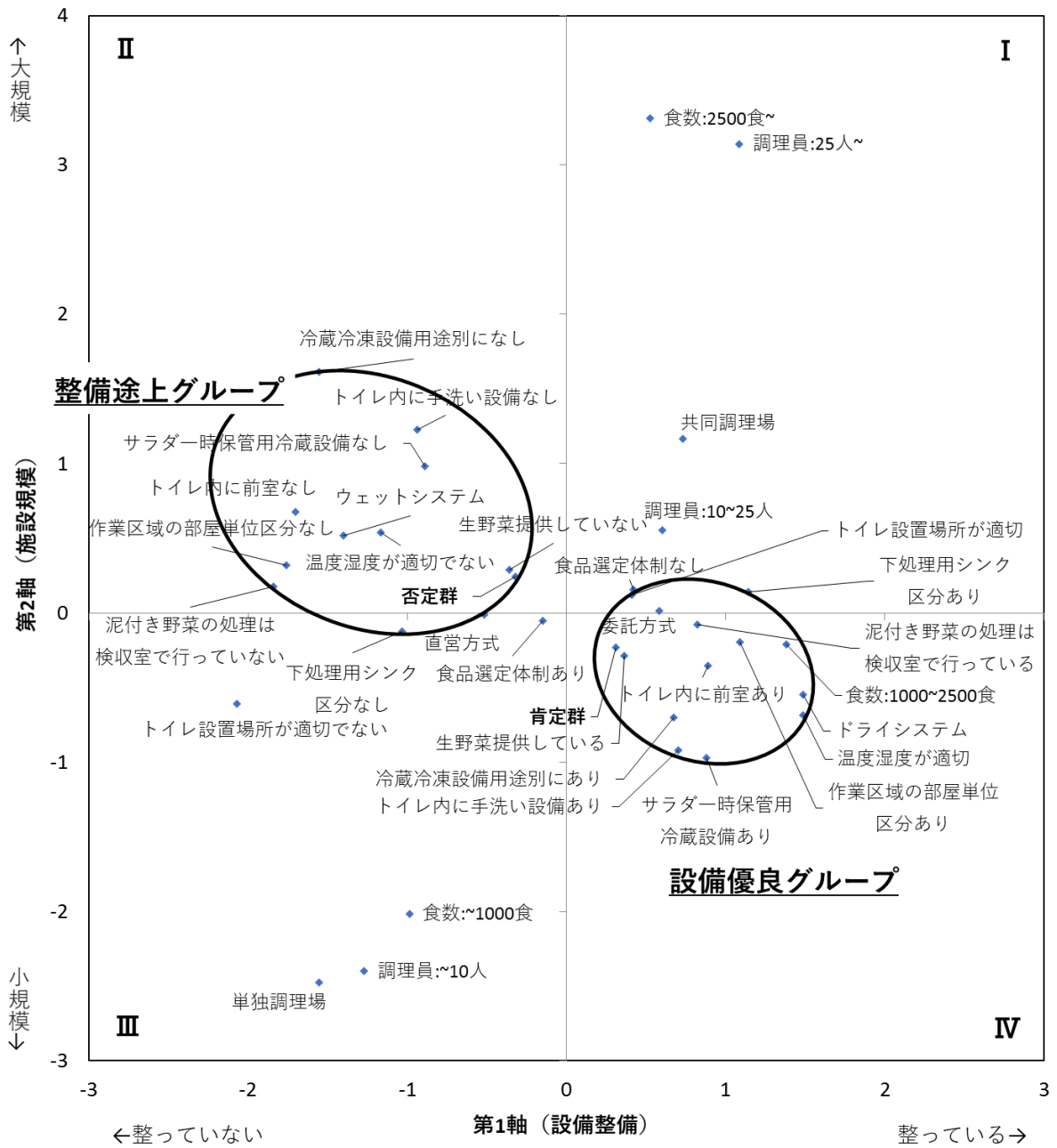


図 2 数量化理論第Ⅲ類による調理場の概況と調理場の設備や衛生管理体制の分類

表 7 生野菜提供に対する学校給食栄養管理者の意識に関する項目の探索的因子分析結果

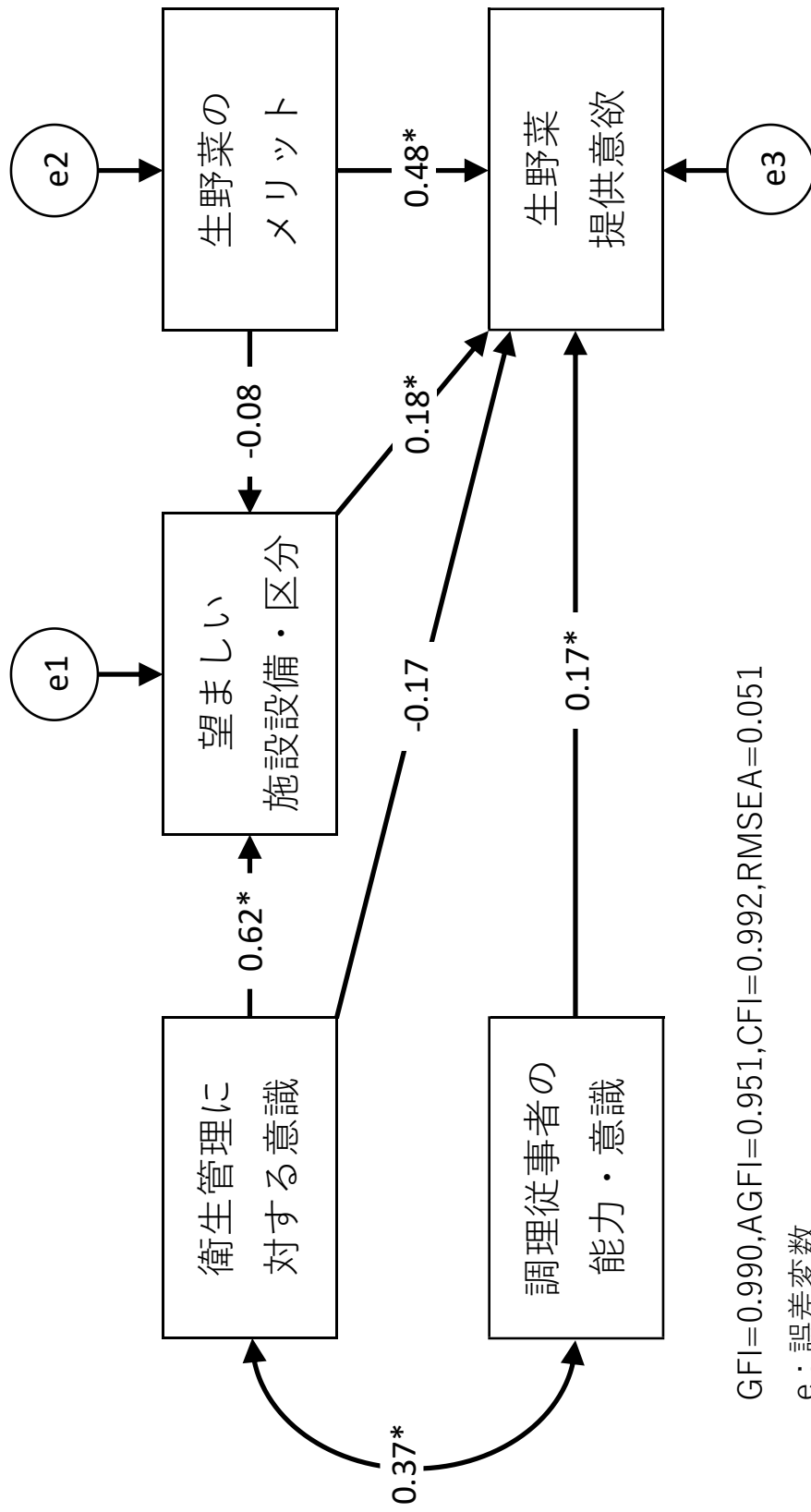
	因子		
	I	II	III
因子 I 生野菜のメリット (Cronbachの $\alpha=0.878$ )			
生野菜は、野菜本来のおいしさを味わうことができる	<b>0.898</b>	0.073	-0.030
生野菜は、野菜本来の食感を味わうことができる	<b>0.863</b>	0.035	-0.045
生野菜は、献立の彩りを豊かにする	<b>0.696</b>	-0.063	0.212
生野菜の提供は、献立の多様化につながる	<b>0.647</b>	-0.115	0.326
生野菜の提供は、食文化の継承につながる	<b>0.558</b>	-0.003	0.282
因子 II 調理従事者の能力・意識 (Cronbachの $\alpha=0.867$ )			
(調理員) 生野菜を衛生的に扱う技術は十分にある	-0.015	<b>0.822</b>	0.221
(調理員) 生野菜を衛生的に扱う知識は十分にある	-0.112	<b>0.819</b>	0.314
(栄養士) 生野菜を衛生的に扱う知識は十分にある	0.053	<b>0.811</b>	-0.135
(栄養士) 生野菜を衛生的に扱う技術は十分にある	0.075	<b>0.798</b>	-0.300
(調理員) 衛生管理に対する意識は十分にある	-0.032	<b>0.504</b>	0.247
因子 III 生野菜の提供意欲 (Cronbachの $\alpha=0.810$ )			
安全に提供することが可能であれば、生野菜を提供したい	0.347	0.038	<b>0.502</b>
生野菜の提供はしたくない (R)	0.197	0.106	<b>0.498</b>
因子寄与率	<b>34.24%</b>	<b>26.94%</b>	<b>9.88%</b>
累積寄与率	34.24%	61.17%	71.05%
因子間相関	I	0.005	0.225
	II		0.141

(R)は逆転項目を示す。

表 8 調理場の設備や衛生管理体制に関する項目の探索的因子分析結果

	因子	
	I	II
因子 I 望ましい施設設備・区分 (Cronbachの $\alpha=0.868$ )		
泥付きの根菜類等の処理は検収室で行われている	<b>0.784</b>	-0.172
学校給食施設区分に従って、汚染作業区域と非線作業区域を部屋単位で区分している	<b>0.765</b>	0.025
室内は温度25°C、湿度80%以下に保たれている	<b>0.717</b>	0.010
給食施設は、食数に応じた広さ(面積)である	<b>0.668</b>	-0.052
冷蔵および冷凍設備は食数に応じたものが用途別に整備されている	<b>0.634</b>	0.180
手洗い設備は、作業区分ごとに適切に設置されている	<b>0.604</b>	0.213
トイレには調理衣を着脱する前室が設けられている	<b>0.554</b>	0.098
因子 II 衛生管理に対する意識 (Cronbachの $\alpha=0.706$ )		
食品納入業者の衛生管理の啓発に努めている	-0.205	<b>0.591</b>
食品は保管基準に従い、適切に保管されている	0.137	<b>0.554</b>
食品の種類ごと、調理の過程ごとにそれぞれ専用の器具および容器を備え、区別している	0.162	<b>0.554</b>
下処理用のシンクは、3槽(以上)シンクが設置されている	0.197	<b>0.429</b>
食品は専用容器に移し替え、下処理室・調理室。食品保管室に段ポール等は持ち込まれていない	0.326	<b>0.393</b>
因子寄与率	<b>44.09%</b>	10.48%
累積寄与率	44.09%	54.58%
因子間相関	I	0.615





GFI=0.990,AGFI=0.951,CFI=0.992,RMSEA=0.051

e : 誤差変数

\* : 有意差 ( $p < 0.05$ ) があることを示す.

図 3 調理場設備や衛生管理体制、生野菜提供に対する学校栄養管理者の意識の構造方程式モデリング

## 第 3 章

学校給食における生野菜提供を  
想定した殺菌・保存に関する研究

## 1. 目的

学校給食調理場において野菜類の殺菌処理の多くが加熱処理により行われているなかで、今まで生野菜の殺菌処理として用いられてきた次亜塩素酸ナトリウムに代わるものとして電解水が注目されている。電解水はその特徴として次亜塩素酸ナトリウムと比較して安全面や栄養面において優れていると考えられるが、その一方で使用方法については適切に示されていない状況である。そこで、本研究では学校給食調理場における野菜類の洗浄・殺菌処理の客観的な用法容量策定のための基礎的試験として、学校給食実施基準に準拠した野菜類の洗浄・殺菌処理方法による細菌の消長について検討した。また、殺菌処理および調理後の二次汚染を想定した研究として、野菜類に意図的に付着させた細菌の消長について検討した。

## 2. 方法

### (1) 試料

高崎市内の小売店で購入したキャベツ、レタス、きゅうりを用いた。キャベツは外葉1枚除去後スライサーで2 mm幅の千切り、レタスは外葉1枚除去後包丁で3 cm角、きゅうりは両端を取り除いた。

殺菌料は、次亜塩素酸ナトリウム溶液（ピューラックス、オーヤラックス、pH9.0、有効塩素濃度200 ppm）、微酸性電解水（Mp-240、森永乳業株式会社、pH5.4、有効塩素濃度21 ppm）、電解次亜水（B.CROON、三浦電子株式会社、pH8.0、有効塩素濃度56 ppm）を用いた。

調理済み野菜を用いたスターター添加実験には、2018年5月～6月および11月～12月に本学給食経営管理実習で大量調理した給食16献立のうち、副菜を試料として用いた（表9）。

## (2) 生野菜の洗浄方法による違い

### 1) 水道水による 3 回洗浄

調製したキャベツを試料として用いた。

洗浄方法は「大量調理施設衛生管理マニュアル」<sup>18)</sup>を参考にし、試料 500 g を水道水で満たした 5 L 容器（ポリエチレン製）に浸漬（上部をガーゼで覆う）すると同時に、容器下部からシリコンチューブを通して水道水を流出（約 2～3 L/分）させ、30 秒間の流水処理を行った。試料 30 g を採取（1 回洗浄試料）後、別の 5 L 容器、ガーゼ、シリコンチューブを用いて同様に 30 秒間流水処理した。試料 30 g を採取（2 回洗浄試料）後、同様に 30 秒間流水処理した後、試料 30 g を採取（3 回洗浄試料）した。採取した試料は、それぞれ野菜水切り器を用いて 30 秒間脱水した。

### 2) 次亜塩素酸ナトリウム溶液、微酸性電解水および電解次亜水処理

1)と同様の方法で、調製したキャベツを水道水で 3 回洗浄した後、次亜塩素酸ナトリウム溶液、微酸性電解水、電解次亜水で満たした 5 L 容器に浸漬（上部をガーゼで覆う）させた。なお、次亜塩素酸ナトリウム溶液処理では試料を 5 分間浸漬させ、微酸性電解水および電解次亜水処理では Izumi の方法<sup>42)</sup>を参考にし、容器下部からシリコンチューブを通して微酸性電解水、電解次亜水を流出（約 2～3 L/分）させて 3 分間流水処理した。いずれの処理においても、洗浄殺菌処理後、水道水で 30 秒間流水処理した。処理後、野菜水切り器を用いて 30 秒間脱水した。

## (3) 電解水処理生野菜と加熱処理野菜の違い

調製したキャベツおよびきゅうりを試料として用いた。

キャベツは(2)-1)水道水による 3 回洗浄と同様の方法で、水

水道水で 30 秒間流水処理した後、流水処理と同様の方法で微酸性電解水を用いて 3 分間殺菌処理を行い、再び水道水で 30 秒間流水処理した。処理後、野菜水切り器を用いて 30 秒間脱水した。

きゅうりは(2)-1)水道水による 3 回洗浄と同様の方法で、水道水で 30 秒間流水処理（「調理場における衛生管理&調理技術マニュアル」<sup>54)</sup>を参考にして、1 回目の洗浄のみ手に軍手をしてこすり洗いをした。）した後、キャベツと同様に微酸性電解水を用いて 3 分間殺菌処理を行い、再び水道水で流水処理した。処理後、清潔な包丁を用いて 2 mm 幅の輪切りにした。キャベツときゅうりを合わせたものを電解水サラダとした。

(2)-1)水道水による 3 回洗浄と同様の方法で水道水により洗浄したキャベツおよびきゅうりを約 5 倍量の沸騰水で 2 分間ゆで加熱し、70 %エタノールで消毒したザルとボウルを用いて 2 分間水道水による水冷を行い、その後脱水、混合したものを加熱サラダとした。

サラダ等は調味なし、ポン酢和え、ごま和えとし、ポン酢和えについては、市販のポン酢（株式会社ミツカン、ミツカン味ポン）を用いて食塩濃度が 1 %になるように調味した。ごま和えについては、市販のすりごま（カタギ食品、カタギ 有機すりごま白）、上白糖（日新製糖、カップ印 白砂糖）、濃口醤油（キッコーマン株式会社、キッコーマン しょうゆ）を用いて、サラダ 60 g に対してすりごま 6 g、上白糖 4 g、濃口醤油 4 g で調味した。

サラダ等は、5 °C・1 時間その後 30 °C・1.5 時間（以下、低→常保存）、30 °C・2.5 時間（以下、常温保存）の 2 条件で保存した。この保存条件は、実際に行われている学校給食の配送・配膳を考慮して設定した。すなわち、学校給食では調理後 2 時間以内に喫食することになっているが、共同調理場にお

いては配送の関係で 2 時間以内の喫食ができない場合があることから、総保存時間は 2.5 時間とし、またその間は冷蔵保存が望ましいが、実際は保存・配送・配膳中は常温であることがしばしばあることを考慮して保存温度を 5 °C と 30 °C に設定した。

#### (4) スターター添加した野菜の保存による影響

##### 1) スターター菌の調製

大腸菌 (*Escherichia coli*) NBRC3972、黄色ブドウ球菌 (*Staphylococcus aureus*) NBRC12732 を使用した。培地は Nutrient agar (NA) 培地、Nutrient broth (NB) 培地を使用した。前々培養として、NA 培地で菌をそれぞれ 30 °C で 24 時間培養した。その後、NB 培地に菌を接種し、30 °C で 24 時間培養した (前培養)。本培養として、白濁した NB 培地から新しい NB 培地に菌を接種し、30 °C で 72 時間静置培養した。

本培養した NB 培地を滅菌済みの 50 ml 遠沈管に入れ、12,000 rpm、10 分、5 °C で遠心分離した。上澄み液を除去し、滅菌生理食塩水を加えて、10 回洗浄し、培地液を除き、それぞれの沈殿物を回収した (洗浄済み菌体)。

洗浄済み菌体を滅菌した 10 %グリセリン溶液で  $10^7$  個/ml になるように調製し、1.5 ml 滅菌チューブに約 1 ml ずつ分注して -80 °C で凍結保存した。

##### 2) 電解水処理生野菜

調製したキャベツ、レタスおよびきゅうりを試料として用いた。

(2)-1) 水道水による 3 回洗浄と同様の方法で水道水による洗浄を行った。その後、微酸性電解水を用いて (2)-2) 次亜塩素酸ナトリウム溶液、微酸性電解水および電解次亜水と同様の方法で電解水処理した。

試料約 10 g をストマッカー袋に入れ、スターター菌液（大腸菌、黄色ブドウ球菌）をそれぞれ試料 1 g に対し  $1.0 \times 10^5$  個になるよう 10  $\mu$ l 添加し、生理食塩水で 10 倍希釈になるように調製し、供試液とした。その後、(3)電解水処理生野菜と加熱処理野菜の違いのサラダの保存条件と同様に低→常保存、常温保存に加えて、5  $^{\circ}$ C・2.5 時間（以下、低温保存）で保存した。

### 3) 調理済み野菜

表 9 に示した献立を試料として用いて、2)と同様の方法でスターター菌液を添加し、3種の保存条件で保存した。

### (5) 微生物検査および統計処理

試料 10 g および滅菌 0.85 %リン酸緩衝液生理食塩水（pH7.2、以下生理食塩水）90 ml を滅菌ストマッキング袋（株式会社セントラル科学貿易）に入れ、30 秒間ストマッキング処理（iMix、interlab）を行い、試料乳剤とした。試料乳剤は生理食塩水で 10 倍段階希釈し、各段階希釈液 1 ml を滅菌シャーレに採った。一般生菌数は常法により標準寒天培地（Merck Millipore）で 35  $^{\circ}$ C、48 時間混釈平板培養後、集落を計測した。また、1つの試料に対して 3 検体採取し、1 検体あたり同一希釈濃度の試料溶液において 2 枚ずつ培養した。なお、繰り返し測定は実施しなかった。

大腸菌群は一般細菌と同様にして、希釈液 1 ml を滅菌シャーレに採り、デソキシコレート寒天培地（Merck Millipore）で 35  $^{\circ}$ C、20 時間混釈平板培養後、集落を計測した。

黄色ブドウ球菌の測定も同様にして、マンニット食塩培地（日水製薬株式会社）を用いて実施した。なお、調理済み野菜試料の黄色ブドウ球菌は、予備実験により無添加では検出されなかったため、測定しなかった。試料間の有意差検定（有意

水準 5%) は、エクセル統計 2012 を用いて、一元配置分散分析後、Tukey 法により多重比較を行った。

### 3. 結果

#### (1) 生野菜の洗浄方法による違い

水道水および水道水で 3 回洗浄後、次亜塩素酸ナトリウム、微酸性電解水、電解次亜水で洗浄処理したキャベツの一般生菌数、大腸菌群数を表 10 に示した。

水道水による 3 回洗浄について、一般生菌数においては、無処理、1 回洗浄、2 回洗浄、3 回洗浄はそれぞれ 4.0 log CFU/g (以下単位省略)、3.9、4.3、4.1 であり、洗浄回数による有意差は認められなかった。また、無処理とも有意差は認められなかった。大腸菌群数においては、無処理、1 回洗浄、2 回洗浄、3 回洗浄はそれぞれ 3.7、3.7、4.1、3.9 であり、一般生菌数と同様に有意差は認められなかった。

次亜塩素酸ナトリウム、微酸性電解水および電解次亜水洗浄済み野菜について、一般生菌数において、無処理、次亜塩素酸ナトリウム、微酸性電解水、電解次亜水はそれぞれ 4.0、2.6、2.7、2.7 であり、無処理に対して次亜塩素酸ナトリウム、微酸性電解水、電解次亜水が有意に減少した ( $p < 0.05$ )。次亜塩素酸ナトリウム、微酸性電解水および電解次亜水間において有意差は認められず、いずれも同等の殺菌効果を示した。大腸菌群数においても同様の傾向を示しており、無処理、次亜塩素酸ナトリウム、微酸性電解水、電解次亜水はそれぞれ 3.7、 $<2.4$ 、 $<2.4$ 、2.8 であり、無処理に対して次亜塩素酸ナトリウム、微酸性電解水、電解次亜水が有意に減少したが ( $p < 0.05$ )、次亜塩素酸ナトリウム、微酸性電解水、電解次亜水においては、有意差は認められなかった。



## (2) 電解水処理生野菜と加熱処理野菜の違い

各試料における電解水処理および加熱処理による生菌数を表 11 に示した。

調味なしサラダ、ポン酢和えサラダ、ごま和えサラダにおいて、一般生菌数は電解水処理で 3.9~4.9、加熱処理で <2.4~2.9 であり、いずれにおいても電解水処理と比較して、加熱処理で有意に少なかった ( $p < 0.05$ )。大腸菌群数も同様の傾向を示していた。調味なしサラダの加熱処理において、常温保存が直後と低→常保存と比較して有意に高く ( $p < 0.05$ )、保存温度が菌数に影響を与えることが示唆されたが、直後および低→常保存は検出限界以下であったため、参考までとする。

## (3) スターター添加した野菜の保存による影響

### 1) 電解水処理生野菜

結果を表 12 に示した。

キャベツでは、一般生菌数は未処理、各保存条件における水道水および電解水はそれぞれ 4.7、4.1~4.2、3.3~3.5 であり、未処理と比較して電解水処理区で有意差が認められた ( $p < 0.05$ ) が、保存温度による菌数の差は認められなかった。また、スターター添加した大腸菌群数および黄色ブドウ球菌数はそれぞれ 5.8~6.9、3.8~4.4 であり、黄色ブドウ球菌添加において水道水の低→常保存と常温保存間で有意差が認められたが ( $p < 0.05$ )、全般的に見ると、スターター無添加の場合も添加した場合も、それぞれ保存温度による菌数の増減に一定の傾向はみられなかった。

レタスでは、一般生菌数は未処理、各保存条件における水道水および電解水はそれぞれ 4.6、3.0~3.8、<2.4~3.4 であり、未処理と比較して水道水の低温保存および電解水処理区で有意に低値を示した ( $p < 0.05$ ) が、保存温度による菌数の差は認められなかった。また、スターター添加した大腸菌群数およ

び黄色ブドウ球菌数はそれぞれ 6.5～7.1、4.3～4.5 であり、大腸菌添加において有意差の認められた項目があった。大腸菌無添加においても有意差の認められた項目があったが、スターター無添加の場合も添加した場合も、それぞれ保存温度による菌数の増減に一定の傾向はみられなかった。

きゅうりでは、一般生菌数は未処理、各保存条件における水道水および電解水はそれぞれ 4.2、3.2～3.4、<2.4 であり、未処理と比較して電解水の低温保存および常温保存で有意に低値を示していた ( $p < 0.05$ ) が、保存温度による菌数の差は認められなかった。また、スターター添加した大腸菌群数および黄色ブドウ球菌数はそれぞれ 6.6～7.5、4.4～5.0 であり、大腸菌添加において有意差の認められた項目があった。大腸菌無添加および黄色ブドウ球菌無添加においても有意差の認められた項目があったが、スターター無添加の場合も添加した場合も、それぞれ保存温度による菌数の増減に一定の傾向はみられなかった。

## 2) 調理済み野菜

結果を表 13 に示した。

各試料において、一般生菌数、無添加大腸菌群数、添加大腸菌群数、添加黄色ブドウ球菌数はそれぞれ <2.4～3.4、ND～3.2、<2.4～6.8、<2.4～6.9 であり、一般生菌数および無添加大腸菌群数では保存温度による菌数の増減に一定の傾向はみられなかった。添加大腸菌群数および添加黄色ブドウ球菌数では、保存温度による菌数の増減が認められた試料については、保存温度が高くなるにつれて菌数が増加する傾向を示した試料が多く、その増加範囲は 0.3～1.7 だった。

#### 4. 考察

##### (1) 生野菜の洗浄方法による違い

水道水による 3 回の流水洗浄では一般生菌数および大腸菌群数ともに影響がなく、汚物除去の効果はあっても、殺菌効果はないことが確認できた。この結果は、他の報告と同様であった<sup>55-57)</sup>。文部科学省が発行している「調理場における洗浄・消毒マニュアル Part1」<sup>30)</sup>において、水道水による洗浄により一般生菌数が減少すると記載されているが、もやしを洗浄した洗浄水を試料としており、本研究とは対象とする試料が異なるため、参考までとする。

次亜塩素酸ナトリウム・微酸性電解水・電解次亜水洗浄済み野菜について、次亜塩素酸ナトリウム、微酸性電解水および電解次亜水間において有意差は認められず、いずれも同等の殺菌効果を示し、微酸性電解水および電解次亜水による 3 分間流水処理は次亜塩素酸ナトリウムによる 5 分間浸漬処理と同等の殺菌効果を有することが確認できた。

これらの結果から、水道水による 3 回洗浄は青果物に付着したどろ等の汚れを除去する効果はあっても、菌数には影響を与えないこと、電解水による殺菌処理は 3 分間流水処理で十分な殺菌効果が得られることがわかった。電解水は有機物の存在によりその殺菌効果が減弱することがわかっており<sup>36,58)</sup>、電解水は比較的 low 濃度で用いられるため、その影響は高濃度で用いられる次亜塩素酸ナトリウムより大きいと考えられる。そのため、電解水を用いた洗浄殺菌処理のマニュアル化においても同様に、水道水による 3 回洗浄が適切であると考えられる。一方、電解水洗浄後の水道水による洗浄回数については、規則では「飲用適の水で十分に洗浄すること」となっているが、電解水は塩素濃度が低く、塩素臭の残存もほとんどないため、洗浄による青果物の無機質成分の溶出や作業員への負担を考慮し、本研究で用いた 30 秒間流水処理で十分であり、

マニュアルにも具体的な数値を提示すべきであると考える。

### (2) 電解水処理生野菜と加熱処理野菜の違い

結果から、調味なしサラダ、ポン酢和えサラダおよびごま和えサラダにおいて、電解水処理は加熱処理と比較して約  $2 \log$  CFU/g 高く、加熱処理の方が殺菌能力に優れていることが分かった。しかしながら、「弁当及びそうざいの衛生規範について」<sup>59)</sup>によると、そうざい類の適切な一般生菌数は  $6.0 \log$  CFU/g 以下とされているが、本研究における電解水処理の一般生菌数は  $3.9 \sim 4.9 \log$  CFU/g の範囲であった。そのため、キャベツおよびきゅうりで作成したサラダにおいて、微酸性電解水による洗浄殺菌処理は十分な殺菌効果が認められ、微酸性電解水は調理場における野菜類の殺菌処理に適していることがわかった。また、電解水処理した生野菜のアスコルビン酸残存率は処理前の 80% 程度である<sup>60)</sup>のに対し、加熱処理した野菜のアスコルビン酸残存率は 50% 程度である<sup>61)</sup>ことから、給与栄養量の観点からも、学校給食において生野菜を提供することは意義があると考えられる。

### (3) スターター添加した野菜の保存による影響

いずれの試料にスターター添加した場合においても、2.5 時間以内であれば保存温度による菌数の増減に一定の傾向はみられなかったが、顕著な増加もなかった。名塚らの研究<sup>62)</sup>によると、カット果実到大腸菌を接種して保存した場合、菌数の増加が認められるのは保存温度  $20^\circ\text{C}$ 、保存時間 12 時間以上であるとしている。本研究とは保存温度の違いはあるが、その差を考慮しても、学校給食における保存時間の範囲内であれば、野菜類の菌数に対する保存温度の影響は無視できるものであり、二次汚染を防止することが生野菜の提供には重要であると考えられる。

前述の、(3)-1) 電解水処理生野菜の結果では、保存温度による菌数の増減が認められなかったが、(3)-2)調理済み野菜では一部の試料において菌数の増加が認められた。これは、調味により野菜類から栄養成分を含んだ水分が離水し、それが菌の生育に影響を与えたことが原因だと考えられる。しかし、一般生菌数および無添加大腸菌群数については、(2)電解水処理生野菜と加熱処理野菜の違いおよび(3)-1)電解水処理野菜の研究と同様に保存温度による菌数の増加は認められなかった。そのため、調味済みサラダにおいても、学校給食における保存時間の範囲内であれば、野菜類の菌数に対する保存温度の影響は無視できるものであり、二次汚染を防止することが生野菜の提供には重要であると考えられる。

保存温度により菌数に変化しなかった試料については、調味料や食材、食材の処理方法などが影響していると考えられるが、特定には至らなかった。

表 9 スターター添加した調理品

献立	食品	殺菌方法	献立	食品	殺菌方法
中華サラダ	きゅうり	次亜Na	大根サラダ	大根	次亜Na
	オクラ	加熱		きゅうり	次亜Na
	パプリカ	次亜Na		パプリカ	次亜Na
	切り干し大根	加熱		まぐろ油漬け	無処理
	ミニトマト	次亜Na			
シャキシャキ サラダ	レタス	次亜Na	海藻サラダ	水菜	次亜Na
	きゅうり	次亜Na		乾燥わかめ	加熱
	水菜	次亜Na		赤とさか	加熱
	パプリカ	次亜Na		ミニトマト	次亜Na
	玉ねぎ	次亜Na			
青菜の 胡麻和え	小松菜	加熱	ナムル	きゅうり	次亜Na
	ホールコーン(缶詰)	無処理		もやし	加熱
				ミニトマト	次亜Na
春雨サラダ	春雨	加熱	グリーン サラダ	レタス	次亜Na
	きゅうり	次亜Na		サニーレタス	次亜Na
	にんじん	加熱		ブロッコリー	加熱
	ミニトマト	次亜Na		きゅうり	次亜Na
				ミニトマト	次亜Na
玉ねぎ ドレッシング のサラダ	レタス	次亜Na		プロセスチーズ	無処理
	いんげん	加熱	ごま酢和え	ほうれん草	加熱
	パプリカ	次亜Na		切り干し大根	加熱
		にんじん		次亜Na	
紅白なます	大根	次亜Na	小松菜の 中華和え	小松菜	次亜Na
	人参	次亜Na		にんじん	次亜Na
				まぐろ油漬け	無処理
旬野菜の サラダ	レタス	次亜Na	コールスロー	キャベツ	次亜Na
	ミニトマト	次亜Na		きゅうり	次亜Na
	きゅうり	次亜Na		ホールコーン(缶詰)	無処理
	アスパラガス	次亜Na		パプリカ	次亜Na
	乾燥わかめ	加熱			
	桜エビ	加熱			
春キャベツの 酢の物	キャベツ	次亜Na	きゅうりと わかめの 酢の物	きゅうり	次亜Na
	しょうが	次亜Na		乾燥わかめ	加熱

次亜Na: 次亜塩素酸ナトリウム

表 10 洗浄回数および殺菌料の種類による殺菌効果の違い

処理区	一般生菌数	大腸菌群数
無処理	4.0±0.2 a	3.7±0.2 a
1回洗浄	3.9±0.1 a	3.7±0.2 a
2回洗浄	4.3±0.7 a	4.1±0.3 a
3回洗浄	4.1±0.6 a	3.9±0.5 a
次亜Na	2.6±0.3 b	<2.4 b
微酸性電解水	2.7±0.2 b	<2.4 b
電解次亜水	2.7±0.3 b	2.8±0.0 b

a,b:異なるアルファベット間で有意差(p<0.05)があることを示す。

水道水洗浄:各30秒

次亜Na:浸漬5min

微酸性電解水、電解次亜水:流水3min

表 11 電解水処理および加熱処理した調理品の微生物検査結果

試料	処理区	保存条件	一般生菌数	大腸菌群数	(log CFU/g)
調味なしサラダ	電解水	直後	4.9±0.2	a	4.8±0.1
		低→常	4.9±0.1	a	4.7±0.1
		常温	4.9±0.2	a	4.8±0.3
	加熱	直後	2.4±0.2	c	<2.4
		低→常	<2.4	c	<2.4
		常温	2.9±0.2	b	<2.4
ポン酢和えサラダ	電解水	直後	4.5±0.2	a	3.6±0.1
		低→常	4.4±0.0	a	3.5±0.2
		常温	4.2±0.1	a	3.2±0.2
	加熱	直後	<2.4	b	<2.4
		低→常	<2.4	b	<2.4
		常温	<2.4	b	<2.4
ごま和えサラダ	電解水	直後	4.2±0.1	a	3.8±0.3
		低→常	3.9±0.0	a	3.5±0.1
		常温	4.0±0.1	a	4.0±0.0
	加熱	直後	<2.4	b	<2.4
		低→常	<2.4	b	<2.4
		常温	<2.4	b	<2.4

a,b: 同じ列の同じ試料間において、異なるアルファベット間で有意差(p<0.05)があることを示す。  
 低→常: 5°C(1h) → 30°C(1.5h)、常温: 30°C(2.5h)



表 12 スターター添加した野菜類の微生物検査結果

試料	処理区	保存条件	一般生菌数	無添加		添加	
				(log CFU/g)		(log CFU/g)	
				大腸菌群	黄色ブドウ球菌	大腸菌群	黄色ブドウ球菌
キャベツ	未処理水道水	-	4.7±0.1 a	<2.4	<2.4	-	-
		低温	4.1±0.4 abc	<2.4	ND	6.5±0.8	3.9±0.4 ab
		低→常	4.2±0.5 ab	<2.4	ND	6.5±1.0	4.4±0.2 a
	電解水	常温	4.1±0.1 abc	3.2±0.4	<2.4	6.9±0.6	3.8±0.2 b
		低温	3.5±0.1 cd	ND	ND	5.8±1.4	4.0±0.4 ab
		低→常	3.5±0.3 bcd	2.6±0.6	ND	6.5±0.9	4.0±0.4 ab
常温	3.3±0.2 d	ND	ND	6.0±1.2	4.1±0.3 ab		
レタス	未処理水道水	-	4.6±0.2 a	3.7±0.4 a	2.4±0.4 ab	-	-
		低温	3.0±0.5 bc	2.6±0.3 b	<2.4 ab	6.8±0.6 ab	4.3±0.2
		低→常	3.8±0.4 ab	2.6±0.6 b	2.8±0.3 a	7.1±0.1 a	4.3±0.1
	電解水	常温	3.7±1.3 abc	2.7±0.4 ab	<2.4 ab	7.1±0.1 a	4.5±0.1
		低温	3.4±0.0 bc	<2.4 b	2.4±0.4 ab	6.5±0.4 b	4.4±0.2
		低→常	<2.4 d	ND	<2.4 ab	7.1±0.1 a	4.4±0.2
常温	2.8±0.2 cd	<2.4 b	<2.4 b	6.7±0.3 ab	4.5±0.1		
きゅうり	未処理水道水	-	4.2±0.7 a	3.8±0.4 a	3.3±0.4 abc	-	-
		低温	3.2±0.6 ab	ND	3.3±0.0 abc	6.8±0.3 bc	4.4±0.3
		低→常	3.3±0.6 ab	ND	2.6±0.2 bc	6.9±0.1 bc	4.5±0.2
	電解水	常温	3.4±0.5 ab	3.2±0.0 ab	3.7±0.4 a	7.3±0.2 ab	5.0±0.6
		低温	<2.4 b	ND	3.6±1.3 ab	7.2±0.1 ab	4.6±0.1
		低→常	<2.4 ab	<2.4 b	2.4±0.2 c	6.6±0.4 c	4.8±0.8
常温	<2.4 b	<2.4 b	2.4±0.1 c	7.5±0.1 a	5.0±0.6		

a,b,c,d: 同じ列の同じ試料間において、異なるアルファベット間有意差(p<0.05)があることを示す。

低温: 5°C(2.5h)、低→常: 5°C(1h)→30°C(1.5h)、常温: 30°C(2.5h)

ND: 不検出

表 13 スターター添加した調理品の微生物検査結果

試料	pH	保存条件	一般生菌数		無添加		添加	
			一般生菌数	大腸菌群	大腸菌群	大腸菌群	黄色ブドウ球菌	
春キャベツの酢の物	6.8	直後	<2.4	ND	-	-	-	
		低温	<2.4	ND	4.3±0.0	3.9±0.3		
		低→常温	<2.4	ND	4.2±0.2	3.9±0.1		
中華サラダ	6.6	直後	ND	ND	5.3±0.5	3.8±0.1		
		低温	<2.4	ND	4.7±0.0	4.8±0.5		
		低→常温	<2.4	<2.4	4.3±0.0	4.6±0.8		
シャキシャキサラダ	6.8	直後	3.2±0.2	3.2±0.5	-	-		
		低温	3.2±0.2	<2.4	4.3±0.2	4.4±0.1		
		低→常温	3.4±0.1	2.6±0.4	3.9±0.2	4.1±0.1		
青菜のごま和え	6.8	直後	3.3±0.1	<2.4	4.4±0.1	4.2±0.0		
		低温	<2.4	ND	-	-		
		低→常温	<2.4	ND	3.4±0.4	4.5±0.0		
春雨サラダ	5.8	直後	<2.4	ND	5.3±0.0	4.5±0.1		
		低温	<2.4	ND	4.9±0.3	4.6±0.2		
		低→常温	<2.4	ND	3.0±0.1	4.1±0.1		
玉ねぎドレッシングのサラダ	6.2	直後	<2.4	ND	-	-		
		低温	<2.4	ND	3.9±0.2	4.3±0.1		
		低→常温	<2.4	ND	2.6±0.5	4.3±0.1		
紅白なます	5.6	直後	<2.4	ND	3.4±0.0	2.5±0.2		
		低温	<2.4	ND	4.2±0.2	<2.4		
		低→常温	<2.4	ND	2.9±0.8	2.5±0.2		
旬野菜のサラダ	6.6	直後	<2.4	ND	-	-		
		低温	2.9±0.1	ND	3.5±0.4	4.3±0.1		
		低→常温	2.5±0.1	<2.4	2.9±0.6	4.0±0.1		
		常温	2.6±0.2	ND	4.2±0.4	4.3±0.0		

ab,c: 同じ列の同じ試料間において、異なるアルファベット間で有意差(p<0.05)があることを示す。

表 13 続き

試料	pH	保存条件	一般生菌数	無添加		添加		(log CFU/g)
				大腸菌群	大腸菌群	大腸菌群	黄色ブドウ球菌	
大根サラダ	4.8	直後	2.5±0.0	<2.4	-	-	-	-
		低温	2.7±0.0	<2.4	5.7±0.1	b	5.7±0.1	b
		低→常 常温	2.8±0.1 2.8±0.0	<2.4 <2.4	6.4±0.0 6.8±0.1	ab a	6.4±0.0 6.9±0.0	ab a
海藻サラダ	4.6	直後	2.6±0.0	ND	-	-	-	-
		低温	<2.4	ND	4.9±0.0		4.1±0.0	
		低→常 常温	<2.4 <2.4	ND ND	5.0±0.0 5.1±0.0		4.2±0.0 4.2±0.0	
ナムル	5.2	直後	2.6±0.1	ND	-	-	-	-
		低温	2.8±0.1	<2.4	4.2±0.1	c	3.4±0.0	b
		低→常 常温	2.9±0.0 3.0±0.0	<2.4 <2.4	5.7±0.0 5.9±0.0	b a	3.8±0.1 3.9±0.1	ab a
グリーンサラダ	4.8	直後	<2.4	ND	-	-	-	-
		低温	<2.4	<2.4	3.8±0.1	ab	3.8±0.1	
		低→常 常温	<2.4 <2.4	<2.4 <2.4	4.6±0.2 3.5±0.5	a b	4.0±0.1 3.9±0.1	
ごま酢和え	6.4	直後	<2.4	ND	-	-	-	-
		低温	<2.4	ND	4.5±0.1	c	3.0±0.1	
		低→常 常温	<2.4 <2.4	ND ND	5.0±0.0 5.5±0.0	b a	3.4±0.2 3.8±0.1	
小松菜の 中華和え	5.4	直後	<2.4	ND	-	-	-	-
		低温	<2.4	ND	<2.4		<2.4	
		低→常 常温	<2.4 <2.4	ND ND	<2.4 <2.4		<2.4 <2.4	
コールスロー	6.2	直後	<2.4	ND	-	-	-	-
		低温	<2.4	ND	5.4±0.0	a	4.2±0.1	
		低→常 常温	<2.4 <2.4	ND ND	5.4±0.1 4.6±0.1	a b	4.2±0.0 4.3±0.0	
きゅうりと わかめの酢の物	5.2	直後	2.7±0.2	ND	-	-	-	-
		低温	3.1±0.1	ND	5.5±0.0	b	4.3±0.0	a
		低→常 常温	2.9±0.0 2.7±0.1	ND ND	5.5±0.0 5.8±0.0	b a	4.0±0.1 3.8±0.1	b c

a,b,c: 同じ列の同じ試料間において、異なるアルファベット間で有意差(p<0.05)があることを示す。

# 第 4 章

## 総括

現在、学校給食調理場における野菜類に対する殺菌処理は多くが加熱処理によるものであり、生野菜の提供はほとんど行われていない。これは、1996年に発生した集団食中毒事件がきっかけとなっている。当時は衛生管理体制が整っていなかったため、この対応は適切だったと考えられるが、衛生管理に関するマニュアル等が作成され、学校給食施設における衛生管理レベルが向上した現在でも、野菜類の殺菌処理の多くが加熱処理により行われており、学校給食で生野菜が提供されることは少ない。

学校給食において生野菜を提供することは、食材の味やにおい、食感を感じ取ることによる食育の推進や嗜好性の向上において重要であると考えられる。そこで、本研究では学校給食栄養管理者に対して調査を実施し、学校給食における生野菜提供の背景要因の解析を試みた。さらに、生野菜提供を想定して、殺菌処理方法および調理品の保存に関する基礎的試験を行った。

第Ⅱ章では、学校給食栄養管理者の生野菜提供意欲と施設設備に関する調査および分析を行った。学校給食調理場に勤務する学校給食栄養管理者計470名を対象者とし、無記名自記式質問紙法によりアンケート調査を行った。返送された206件（回収率43.8%）のうち、回答漏れのあった31件を除いた175件を用いて、数量化理論第Ⅲ類および構造方程式モデリングによる解析を行った。

アンケート調査の結果、生野菜提供したいと回答した群（肯定群）は50.9%だった。生野菜提供に関して、調理場の施設概況と設備との関係を数量化理論第Ⅲ類で分析したところ、第1軸には設備整備、第2軸には施設規模が抽出された。また、第1軸と第2軸のアイテム・カテゴリ値をプロットした結果、「設備優良グループ」と「整備途上グループ」の2つのグループに分類された。「設備優良グループ」には肯定群およ

び生野菜提供している、「整備途上グループ」には否定群および生野菜提供していないが含まれていることから、調理場の設備が整っていないと生野菜を提供することが出来ず、また生野菜を提供したくないと考える傾向があることが確認できた。

探索的因子分析の結果、生野菜提供に対する学校給食栄養管理者の意識に関する質問項目から、「生野菜メリット」および「調理従事者の能力・意識」、「生野菜提供意欲」の3因子、調理場の設備や衛生管理体制に関する質問項目から、「望ましい施設設備・区分」および「衛生管理に対する意識」の2因子、計5因子が抽出された。抽出された因子を用いて構造方程式モデリングを行った結果、モデル適合度は採択基準をほぼ満たしており、「生野菜提供意欲」に対して「生野菜のメリット」が高い標準化係数を示し、強く影響していた。

これらの結果から、学校給食における生野菜の提供を全国的に拡大していくためには、学校給食栄養管理者に対して生野菜のメリットの観点から働きかけを行う必要があることが示唆された。また、調理場を整備していくことは、学校給食栄養管理者の生野菜提供意欲の向上には直接つながらないが、生野菜提供実施の背景要因として必要であると考えられた。

第Ⅲ章では、学校給食における生野菜提供を想定した殺菌・保存に関する研究として、水道水による3回洗浄、次亜塩素酸ナトリウム溶液と電解水の殺菌効果の比較を行った。また、2018年5月～6月および11月～12月に本学給食経営管理実習で大量調理した給食16献立のうち、副菜を試料として用いて野菜類の保存に関する研究を行った。保存条件は、5℃・2.5時間、5℃・1時間その後30℃・1.5時間、30℃・2.5時間とし、添加したスターターには大腸菌 NBRC3972、黄色ブドウ球菌 NBRC12732を使用した。混釈平板培養法により、一般生菌数、大腸菌群数、黄色ブドウ球菌数を測定した。

その結果、生野菜の洗浄・殺菌に関する研究について、水道水による3回洗浄では、生菌数には影響を与えなかった。また、次亜塩素酸ナトリウム溶液による5分間浸漬処理と電解水による3分間流水処理は同等の殺菌効果があることがわかった。

野菜類の保存に関する研究について、各試料において一般生菌数、無添加大腸菌群数、添加大腸菌群数、添加黄色ブドウ球菌数はそれぞれ $<2.4 \sim 3.4 \log \text{CFU/g}$ （以下単位省略）、ND $\sim 3.2$ 、 $<2.4 \sim 6.8$ 、 $<2.4 \sim 6.9$ であり、一般生菌数および無添加大腸菌群数では保存温度によらず3.4以下だった。添加大腸菌群数および添加黄色ブドウ球菌数は、保存温度が高くなるにつれて菌数が増加する傾向を示した試料があり、 $5^\circ\text{C} \cdot 2.5$ 時間保存と比べた増加範囲は0.3 $\sim 1.7$ だった。

一般生菌数および無添加大腸菌群数については、保存温度による菌数の増加は認められなかった。そのため、学校給食における保存時間の範囲内であれば、野菜類の菌数に対する保存温度の影響は無視できるものであった。したがって、調理後の保存温度については、学校給食衛生管理基準で規定されているほどは配慮する必要がなく、二次汚染を防止することが生野菜の提供には重要であると考えられた。

本研究では、野菜類が原則加熱調理して使用することとなっている学校給食において、生野菜提供を推進していくための基礎的試験として、学校給食における生野菜提供を取り巻く現状を明らかにすること、そして、野菜類の殺菌処理および保存における衛生管理に関する研究の2つの観点からアプローチし、解析を試みた。本研究で得られた結果から、生野菜提供推進のためには、施設設備の整備を行うだけでなく、学校給食栄養管理者に対して生野菜提供のメリットについて働きかけていく必要があることがわかった。また、微酸性電解水などの殺菌料は、生野菜を提供するのに十分な殺菌効果が得られ

るが、加熱処理と比較するとその効果は弱いことから、二次汚染が起こらないよう、作業工程の見直しや食材納入業者の選定など、衛生管理を適切に行うことの重要性が再確認できた。

本研究の結果を基に、学校給食における生野菜提供に適した洗浄・殺菌方法を提案する。使用する殺菌料については、現在も学校給食において用いられている次亜塩素酸ナトリウムおよび本研究で取り扱った電解水が適切だと考える。次亜塩素酸ナトリウムについては、残留性が高く、野菜類の味やにおいに悪影響を与えることが懸念されるため、電解水を用いることがより望ましい。

具体的な洗浄・殺菌手順を図4に示した。「大量調理施設衛生管理マニュアル」に記載されているように、3回以上水道水で流水洗浄後、殺菌料を用いて殺菌し、その後流水で十分に洗浄する。殺菌前に行う流水洗浄は、殺菌料の殺菌効果を十分発揮させるために汚れを十分に洗い落とすように留意する。殺菌方法は、電解水の場合は3分間の流水処理、次亜塩素酸ナトリウムの場合は「大量調理施設衛生管理マニュアル」に記載されている通り、200ppmで5分間（100ppmの場合は10分間）の浸漬処理が適切だと考える。殺菌後の流水洗浄は、野菜に付着した殺菌料を洗い落とすことが目的である。そのため、比較的low濃度で用いる電解水の場合は1回（30秒間）の洗浄で十分だが、次亜塩素酸ナトリウムを用いる場合は、残留性が高いため、少なくとも2回の洗浄を行う必要があると考える。

以上が本研究を基に考察した生野菜提供に適した洗浄・殺菌方法であるが、その他にも、二次汚染防止の観点から、専用の洗浄シンクや調理器具等の整備も必要だと考える。



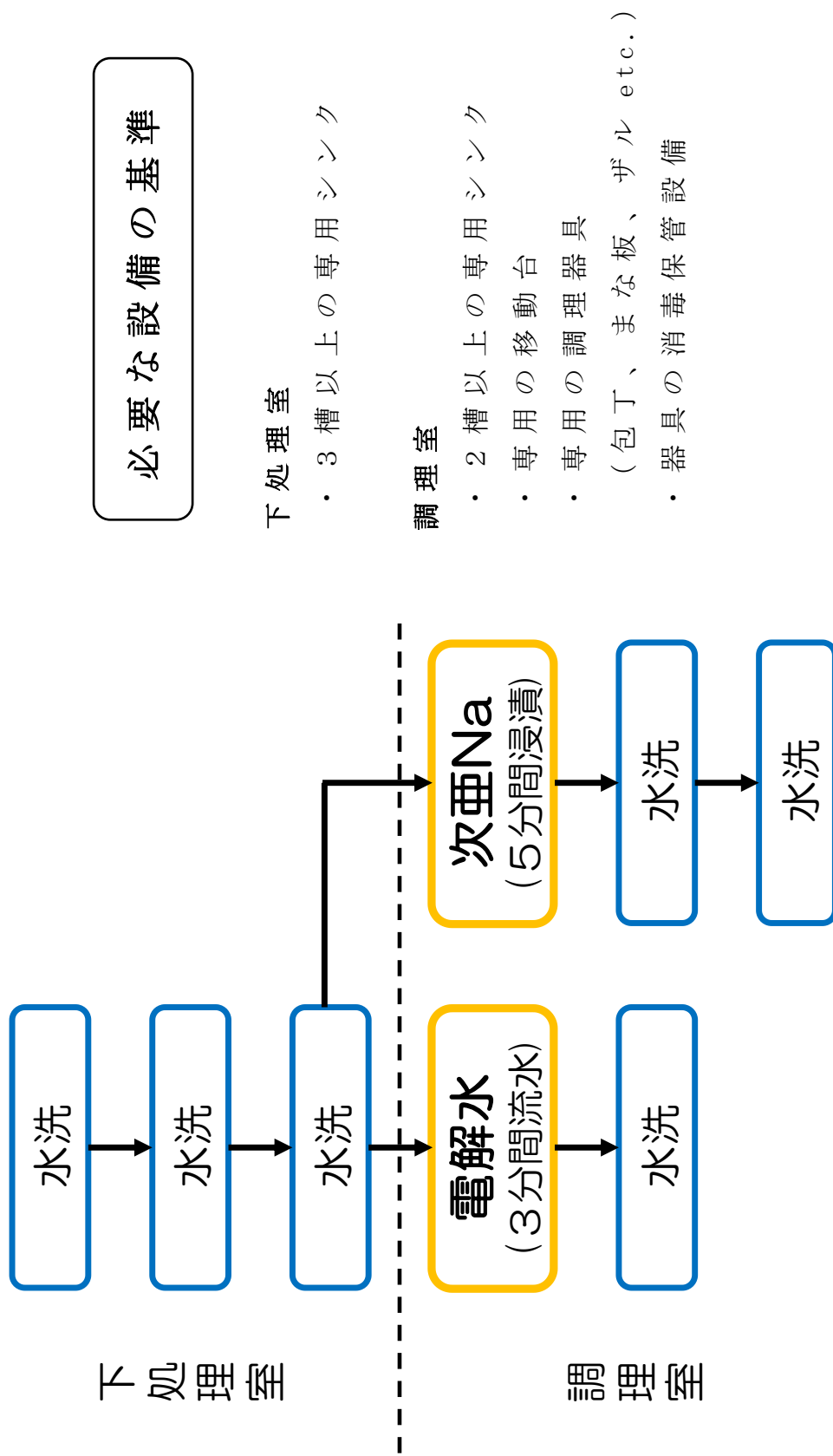


図 4 学校給食における生野菜提供に適した洗浄・殺菌方法

## 参考文献

- 1) 厚生労働省：総合衛生管理製造過程の承認と HACCP システムについて，衛食第 262 号・衛乳第 240 号，1996.
- 2) 小池和子，桜井直美：わが国の食中毒－最新の知見から－，茨城県立医療大学紀要，**10**，1-17，2005.
- 3) 清水潮：食中毒の社会的費用，日本食品微生物学会雑誌，**19**，87-94，2002.
- 4) 中村明子：学校給食から食中毒が激減した!!，順天堂医学，**48**，538-539，2003.
- 5) 品川邦汎：わが国の食中毒の歴史－特に、微生物食中毒を主体に－，食品衛生学雑誌，**51**，274-278，2010.
- 6) 櫻井秀樹：学校行事等で起きた食中毒について，鈴鹿短期大学紀要，**33**，57-68，2013.
- 7) 磯部順子：焼肉チェーン店を原因施設とする腸管出血性大腸菌による集団食中毒の概要，日本食品微生物学会雑誌，**29**，94-97，2012.
- 8) 谷口勇仁：雪印乳業集団食中毒事件に関する事例研究の整理と検討，経済学研究，**59**，179-187，2009.
- 9) 文部科学省：学生百年史，[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/hakusho/html/others/detail/1317788.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/others/detail/1317788.htm)，(2019-11-11)
- 10) 文部科学省：学校給食実施状況等調査－平成 30 年度結果の調査概要，[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/toukei/chousa05/kyuushoku/kekka/k\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2019/08/19/1413836\\_001\\_001.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa05/kyuushoku/kekka/k_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/08/19/1413836_001_001.pdf)，(2019-11-11)
- 11) 文部科学省：学校給食法，[https://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws\\_search/lsg0500/detail?lawId=329AC0000000160](https://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=329AC0000000160)，(2019-11-11)
- 12) 文部科学省：学校給食実施基準，[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/sports/syokuiku/\\_icsFiles/afieldfile/2019/06/06/1407704\\_002.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/syokuiku/_icsFiles/afieldfile/2019/06/06/1407704_002.pdf)，(2019-11-11)

- 13) 新井祐未, 石田裕美, 中西明美, 他: 世帯収入別の児童の栄養素等摂取量に対する学校給食の寄与, 日本栄養・食糧学会誌, **70**, 139-146, 2017.
- 14) 野末みほ, Kyungyul, J., 石原洋子, 他: 小学5年生の学校給食のある日とない日の食事摂取量と食事区分別の比較, 栄養学雑誌, **68**, 298-308, 2010.
- 15) 日本スポーツ振興センター: 平成22年度児童生徒の食生活実態調査【食生活実態調査編】, [https://www.jpnsport.go.jp/anzen/school\\_lunch//tabid/1490/Default.aspx](https://www.jpnsport.go.jp/anzen/school_lunch//tabid/1490/Default.aspx), (2019-11-11)
- 16) 伊東暁子, 竹内美香, 鈴木昌夫: 幼少期の食事経験が青年期の食習慣および親子関係に及ぼす影響, 健康心理学研究, **20**, 21-31, 2007.
- 17) 中村伸枝, 遠藤数江, 荒木暁子, 他: 高校生の食習慣と小学生時代からの食習慣の変化, 千葉大学看護学部紀要, **27**, 1-8, 2005.
- 18) 農林水産省: 日本食文化テキスト, <http://www.maff.go.jp/j/keikaku/syokubunka/culture/attach/pdf/index-15.pdf>, (2019-11-11)
- 19) 松本伸子: 1974年、1984年、1994年、2004年の家庭における喫食料理品目の変化, 日本食生活学会誌, **17**, 11-15, 2006.
- 20) 清水克志: 日本におけるキャベツ生産地域の成立とその背景としてのキャベツ食習慣の定着—明治後期から昭和戦前期を中心として—, 地理学評論, **81**, 1-24, 2008.
- 21) 文部科学省: 学校給食衛生管理基準, [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/hakusho/nc/\\_\\_icsFiles/afieldfile/2009/09/10/1283821\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/nc/__icsFiles/afieldfile/2009/09/10/1283821_1.pdf), (2019-11-11)
- 22) 大阪府堺市: 堺市学童集団下痢症報告書, <http://www.city.sakai.lg.jp/kenko/shokuhineisei/shokuchudokuyobo/>

- hokokusho/index.html, (2019-11-11)
- 23) 厚生労働省：大量調理施設衛生管理マニュアル(改正), 食安発 1006 第 1 号, 2016.
  - 24) Achiwa, N., Katayose, M., Abe, K.: Efficacy of Electrolyzed Acidic Water for Disinfection and Quality Maintenance of Fresh-cut Cabbage, *Food Preservation Science*, **29**, 341-346, 2003.
  - 25) 一般財団法人機能水研究振興財団：機能水とは, <http://www.fwf.or.jp/kinousui.html>, (2019-11-11)
  - 26) 石丸恵, 今堀義洋, 辰巳保夫, 他：カットレタスおよびカットキャベツのアスコルビン酸含量に及ぼす次亜塩素酸ナトリウム処理の影響, 日本食品保蔵科学会誌, **24**, 243-247, 1998.
  - 27) 農林水産省：生鮮野菜を衛生的に保つために－栽培から出荷までの野菜の衛生管理指針, [http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k\\_yasai/pdf/sisin.pdf](http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_yasai/pdf/sisin.pdf), (2019-11-11)
  - 28) 社団法人日本施設園芸協会：生鮮野菜衛生管理ガイドー生産から消費までー, [http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k\\_yasai/pdf/guide.pdf](http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_yasai/pdf/guide.pdf), (2019-11-11)
  - 29) 農林水産省：スプラウト生産における衛生管理指針, [http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k\\_yasai/pdf/sprout\\_shishin.pdf](http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_yasai/pdf/sprout_shishin.pdf), (2019-11-11)
  - 30) 文部科学省：調理場における洗浄・消毒マニュアル Part1, [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/sports/syokuiku/1266268.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/syokuiku/1266268.htm), (2019-11-11)
  - 31) 文部科学省：調理場における洗浄・消毒マニュアル Part2, [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/sports/syokuiku/1292023.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/syokuiku/1292023.htm), (2019-11-11)
  - 32) 株式会社ホクエツ：微酸性電解水読本, <http://www.hokuty.co.jp/bisannseidokuhonn.pdf>, (2019-11-11)

- 33) Fukuzaki, S.: Mechanisms of Actions of Sodium Hypochlorite in Cleaning and Disinfection Processes, *Biocontrol Science*, **11**, 147-157, 2006.
- 34) 土屋桂, 堀田国元: 酸性電解水の殺菌基盤としての化学的要因の分析, 拓殖大学理工学研究報告, **9**, 133-134, 2004.
- 35) 紙谷喜則, イッサザカリアアブドゥルスディ, 比恵島裕美, 他: 次亜塩素酸ナトリウム希釈水の最適殺菌濃度と殺菌機序に関する基礎的考察, 農業生産技術管理学会誌, **16**, 23-27, 2009.
- 36) 堀田国元: 調理と機能水, 日本調理科学会誌, **43**, 275-278, 2010.
- 37) 鈴木潔, 中村悌一, 鴨志田真弓, 他: 塩酸を原料にして製造した微酸性電解水による大腸菌の殺菌メカニズムについて, 防菌防黴誌, **35**, 131-137, 2007.
- 38) 竹下朱美: 酸性電解水の手洗いへの適用, 日本食品微生物学会雑誌, **24**, 115-121, 2007.
- 39) 食品安全委員会: 添加物評価書 次亜塩素酸水, 2007.
- 40) 厚生労働省医薬局食品保健部基準課長: 食品衛生法施行規則及び食品、添加物等の規格基準の一部改正について, 食基発第 0610001 号, 2004.
- 41) 泉秀実: 青果物およびカット青果物の微生物学的安全性に関する研究, 日本食品保蔵科学会誌, **34**, 85-95, 2008.
- 42) Izumi, H.: Electrolyzed Water as a Disinfectant for Fresh-cut Vegetables, *Journal of Food Science*, **64**, 536-539, 1999.
- 43) 厚生労働省医薬局食品保健部基準課: 新しい殺菌料・酸性電解水, 食と健康, **544**, 12-17, 2002.
- 44) 文部科学省: 文部科学統計要覧 (平成 29 年版), [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/toukei/002/002b/1383990.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/002/002b/1383990.htm),

(2018-01-27)

- 45) 公益社団法人全国学校栄養士協議会：平成 29 年度研究授業方式による衛生管理研究会点検表，<http://www.zengakuei.or.jp/activities.html>，(2017-07-25)
- 46) 大澤清二，稲垣敦，菊田文夫：生活科学のための多変量解析，家政教育社，167-193，1992.
- 47) 綾部園子，松本時子，富永典子：付け合わせ用の市販生食野菜類における微生物分布と洗浄効果について，日本調理科学会誌，**32**，115-119，1999.
- 48) 大谷貴美子，浅野麻里子，山田優子，他：食生活体験が中学生の家庭生活満足度に及ぼす影響—パスダイアグラム，食生活誌，**11**，121-128，2000.
- 49) 豊田秀樹：共分散構造分析[Amos 編]，東京図書，18-19，2007.
- 50) 朝見祐也，杉尾直子，杉山亜紀，他：宮崎県内学校給食施設における学校給食衛生管理基準遵守の現状分析，日本給食経営管理学会誌，**10**，25-35，2016.
- 51) 山根直美：第 59 回全国栄養教諭・学校栄養職員研究大会報告，季刊栄養教諭，**53**，62-65，2018.
- 52) 朝見祐也，大野友峰子，伊藤智，他：京都府および滋賀県内の給食施設における衛生管理の現状に対する考察，日本給食経営管理学会誌，**4**，7-15，2010.
- 53) 竹西亜古，高橋克也：フードシステムにおける生野菜の心理的安全性評価—構造方程式モデリングによる分析—，フードシステム研究，**15**，2-14，2008.
- 54) 文部科学省：調理場における衛生管理&調理技術マニュアル，2011.
- 55) 山本真弓，山田満：強酸性電解水による生野菜の除菌効果，和洋女子大学紀要，**39**，27-34，1999.
- 56) 小関成樹，伊藤和彦：強酸性電解水を用いたカット野菜

- の殺菌（第1報），日本食品科学工学会誌，**47**，722-726，2000.
- 57) 名塚英一，稲津康弘，M.L.BARI，他：レタス、キャベツおよびキュウリに接種した大腸菌 O157:H7 の次亜塩素酸ナトリウム溶液による洗浄殺菌効果，日本食品微生物学会雑誌，**22**，89-94，2005.
- 58) 高橋紀美子，有田美知子，高井研一，他：弱アルカリ電解生成水（電解次亜水®）の殺菌効果の検討，環境感染，**14**，136-141，1999.
- 59) 厚生労働省：弁当及びそうざいの衛生規範について（第3次改正），衛食第188号・衛乳第211号・衛化第119号，1995.
- 60) 小関成樹，伊藤和彦：強酸性電解水がカット野菜の品質に及ぼす影響，日本食品科学工学会誌，**48**，365-369，2001.
- 61) 大羽和子，渡邊章子，開元裕美，他：新鮮野菜および調理野菜の食する時点におけるビタミンC量，日本食品科学工学会誌，**58**，499-504，2011.
- 62) 名塚英一，稲津康弘，川崎晋，他：市販カット果実における衛生指標菌調査と接種した腸管出血性大腸菌 O157:H7 および *Salmonella Enteritidis* の消長，日本食品微生物学会雑誌，**21**，269-274，2004.



# 謝辞

本研究をまとめるにあたり、御指導、御助言を賜りました高崎健康福祉大学大学院健康福祉学研究科食品栄養学専攻 綾部園子教授に厚く御礼申し上げます。

本研究に対して、御指導、御助言を賜りました高崎健康福祉大学大学院健康福祉学研究科食品栄養学専攻 村松芳多子教授、桐生大学医療保健学部栄養学科 神戸美恵子教授、十文字学園女子大学人間生活学部食物栄養学科 名倉秀子教授に厚く御礼申し上げます。

アンケート調査にご協力頂いた全国の学校給食栄養管理者の皆様に感謝申し上げます。