

高温環境下における保冷バッグ内及び食品の 温度管理方法に関する検討

長橋 雅人 菅原 麻莉 吉田寿美恵

Masahito Nagahashi, Mari Sugawara, and Sumie (Nonaka) Yoshida: Study on the temperature control method inside the insulated bag and food in a high-temperature environment: Bulletin of Sendai University, 49 (2) : 181-184, March, 2018.

Key words: Supplementary food, Refrigerant, Food poisoning prevention, Incubator
キーワード: 補食, 保冷剤, 食中毒予防, インキュベーター

I. 緒言

仙台大学の運動栄養学科には、運動栄養サポート研究会（以下、研究会とする）という、本学運動部に対して、運動栄養学科の学生が、栄養サポート活動を行って競技力向上に貢献するとともに、スポーツや健康増進の現場で活躍するために役立つ実践経験を積むことを目的とした研究会活動がある。

研究会の活動の1つに、大会期間中の補食提供活動がある。学生が大会期間中、合宿場所やホテル等で補食をつくり、選手へ提供している。補食の運搬には、しばしば保冷バッグが用いられる。この活動は、大会の開催時期によって異なるが、真夏に行くこともある。真夏は気温が高くなるため、特に提供物の温度管理を適切に行う必要がある。集団給食施設等を対象とした大量調理施設衛生管理マニュアル²⁾によれば、調理後直ちに提供される食品以外の食品は、食中毒菌の増殖を抑制するために、10℃以下又は65℃以上で管理することが必要であり、調理後の食品は、調理終了後から2時間以内に喫食することが望ましいとされている。研究会が行っ

ているような補食提供活動においては、この条件に従わなければならないという決まりはない。しかし、食中毒のリスク管理の観点から、この条件に準じた温度管理方法を検討することは非常に重要なことと言える。

そこで本検討では、夏季などの高温環境（今回は38℃以上とした）で、実際に補食を提供することを想定し、提供時に使用する保冷バッグ内及び提供物を2時間以上10℃以下に確実に保つ方法を検討し、この検討過程から、より安全で安心な補食提供方法に関する考え方を整理することを試みた。

なお、温度管理方法を検討するに当たり、外界の温度環境を再現するための実験環境を整える必要がある。そこで、この環境の再現にはインキュベーターを用いることにした。なぜなら、インキュベーターは管理栄養士及び栄養士養成施設に常設することが原則義務付けられており¹⁾、これらの施設関係者は、特別に実験機器を購入することなく、施設にある機器で温度管理の検討を同様に行えると考えられたからである。

II. 方法

本実験では、高温環境を再現するためにインキュベーター (SANYO, MIR-262) を用いた。予備実験において、冷えた保冷バッグをインキュベーターに入れると、インキュベーター内温度が15分間で5℃低下したことを参考にして、インキュベーターを45℃に設定し、実験前日から保温を開始した。インキュベーターの内部温度の変化は、インキュベーターの天井から紐で吊るした赤液棒状温度計 (以後、温度計とする。株式会社佐藤計量器製作所) で確認した。保冷バッグは、すぐに低温状態で使用できる状態とするため、またより保冷効果を高めるために、実験前日から冷蔵庫に預冷した。また、同様にアルミ製密閉容器 (蓋はポリエチレン製) 及び提供物 (以前に提供したことがある梨) も実験前日から冷蔵庫で予冷した。保冷剤は、冷凍庫で冷やし固めてあるものを使用した。実験当日、保冷バッグに保冷剤とアルミ製密閉容器を入れ、保冷バッグ内温度が10℃以下になるまで冷やした。保冷バッグ内温度の測定には温度計を用い、温度計の球部が他のものと接しないように設置した。梨は、皮を剥き一口大に切って、ビニル袋に入れてから、保冷バッグ内で冷えたアルミ製密閉容器に入れた。保冷バッグ内に、梨の入ったアルミ製密閉容器を2つ重ねて置き、インキュベーター内に保冷バッグを入れた。保冷バッグからの冷気によりインキュベーター内温度が38℃以下にならないように15分間隔で温度を確認し、インキュベーターの設定温度を適宜調節し、インキュベーター内平均温度が38℃以上になるようにした。保冷バッグ内温度は30分間隔でインキュベーターから保冷バッグを取り出して確認し、同時にアルミ製密閉容器に入っている梨を3切れずつ上下段の密閉容器から取り出し、防水型デジタル温度計 (株式会社佐藤計量製作所, MODEL SK-250WP) を用いて、梨の中心温度を測定し、梨の内部平均温度を算出した。測定は2時間30分行った。

III. 結果及び考察

本検討の結果を Fig.1 に示した。インキュベーター内温度は平均で38.7℃であり、高温環境条件を作り出すことができた。また、準備段階において、保冷バッグ内温度が10℃以下になるのは、保冷剤を入れてから10分以内であった。

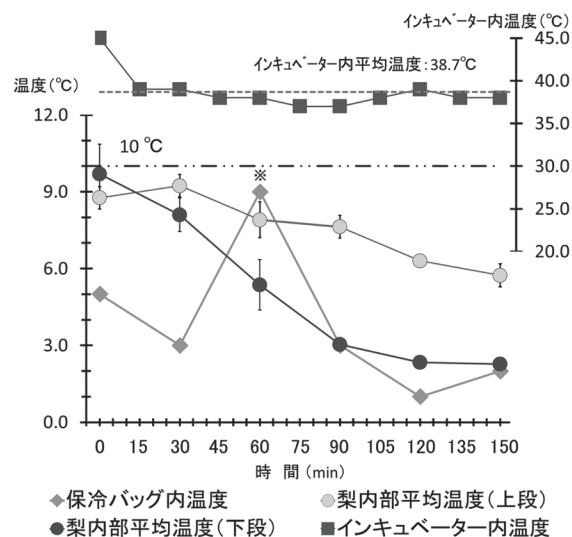


Fig.1 インキュベーターを用いた高温環境再現実験における保冷バッグ内、梨内部及びインキュベーター内温度の変化について
 ※ 保冷バッグ内温度が9℃まで上昇したため、保冷剤を追加した。

保冷バッグ内温度は、インキュベーター内で、測定時間内すべてで10℃以下に保つことができた。実験開始後60分で9℃まで上昇したが、保冷剤を追加することで、さらに温度が上昇することを防ぐことができた。

梨内部平均温度は、上下段のアルミ製密閉容器の両方において測定時間内すべてで10℃以下に保つことができた。また、下段のアルミ製密閉容器に入っていた梨の内部平均温度は、上段のものに比べて、測定開始30分後から常に低値を示した。

食品を低温で保存することにより、食品中の微生物の増殖が抑制される。今回の実験では、保冷バッグ、アルミ製密閉容器や梨そのものを事前に予冷しておくことで、より低温状態を保つ工夫をした。赤血球製剤の搬送では、この製剤を2～6℃の環境で保存し、搬送時にも品質

保証のため、その温度域を保つ必要がある。そこで、搬送時に保冷剤はもちろんのこと、搬送用バッグもフリーザーに入れ予冷を行う事で、より保冷効果を高めることができたという報告がある³⁾。今回は、合宿場所やホテル等での調理を考え、冷蔵庫で保冷バッグ、アルミ製密閉容器並びに提供物を事前に予冷することを想定した。赤血球製剤の報告³⁾にあるように保冷バッグを事前に予冷することで、調理後すぐに低温状態で使用できる状態となり、より保冷効果を高めることにつながったと考えられる。

また、提供時に使用する密閉容器をアルミ製のものにした。アルミは熱伝導性が良く、事前に予冷しておくことで、密閉容器自体がよく冷え、中に入れた梨を冷やす効果が期待された。特に、実際に保冷剤の上に置いた下段の密閉容器内の梨内部平均温度は、上段のものに比べて、保冷バッグ内でも冷やされ、実験開始前(0分)では、 $9.7 \pm 1.2^{\circ}\text{C}$ (平均 \pm SEM)であったが、徐々に冷やされ、実験開始後120分では、 $2.3 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ であった。これは、保冷剤によってアルミ製密閉容器が冷やされ、中の梨の温度も低下したと推察される。また、保冷剤に接していない上段のアルミ製密閉容器においても、測定時間中は 10°C 以下を保ち、下段に比べれば緩やかではあるが梨内部平均温度の低下が確認できた。このことから、保冷バッグ内の一番下に保冷剤を敷く場合、先に提供するものを上段に、後から提供する予定のものを、保冷バッグ内でさらに冷却出来る下段に入れるとよいことが分かった。

保冷バッグ内温度は、測定期間中 10°C 以下を保つことができた。しかし、実験開始後60分で保冷バッグ内温度は 9°C に上昇した。そのため、保冷剤の追加を行い、更なる温度上昇を抑制することができた。これは、30分間隔で保冷バッグ内温度の確認を行う事で、温度の上昇に気づくことが出来たためである。今回の実験で、保冷バッグ内温度を定期的に確認することで、保冷バッグ内で冷やしている提供物の温度を 10°C 以下を保つ事が出来ることが分かった。よって、実際の補食提供活動においても、保冷バッグ内温度を定期的に確認する必要があることが明確になった。

夏季などの高温環境下では、気温が高く、食品の温度管理を徹底することが食中毒を防ぐ点において重要である。提供物に用いる食材は、大会会場付近のスーパー等で購入することが多い。購入する際には、衛生的な観点から検品を行い、購入後は食品の温度管理方法に十分に留意する必要がある。補食提供活動では、食材だけでなく、保冷バッグ、アルミ製密閉容器などの提供時の運搬に使用するものも、事前に予冷し、また提供物を渡す時まで、保冷バッグ内の温度を確認するなどの徹底した温度管理を行うことで、より衛生的に補食提供が行えたと考えられた。

IV. まとめ

今回の実験において、栄養士養成施設にある機器で、夏季などの高温環境を再現し、保冷バッグ内及び食品内部の温度変化を測定、確認することが出来た。このことから、事前に温度管理について、施設にある機器を用いて、シミュレーションし、温度変化を予測出来ることが分かった。

また、今回の実験結果を踏まえると、高温環境下において、補食提供時に保冷バッグを用いる時は、以下の3つのことを実践することが、より安心で安全な補食提供につながると考えられた。

1つ目は、運搬に使用する全ての物を予冷することである。食品だけではなく、保冷バッグや密閉容器なども事前に冷蔵庫で予冷する。そうすることで、より効率的かつ適切に食品を低温を保つことにつながる。

2つ目は、温度記録表を作成し、保冷バッグ内の温度を定期的に測定及び記録し、温度変化に注視しながら徹底した温度管理を行うことである。そして、短時間で保冷バッグ内の温度が上昇する可能性があることに十分留意し、必要に応じてすぐに保冷剤を追加することが出来るように準備しておくことが重要である。

3つ目は、補食の提供順序を考えながら、保冷バッグ内の各補食の位置を決めることである。保冷バッグ内の一番下に保冷剤を敷き、そ

ここにアルミ製密閉容器を2つ重ねて置く場合、先に提供する物を上段に置き、後から提供する予定の物を下段に置くことで、より適切に保冷した物を提供することにつながる。

文献

- 1) 栄養調理関係法令研究会 (2017) 栄養調理六法. 新日本法規出版株式会社:名古屋, pp.17-43
- 2) 厚生労働省 (2017) 大量調理施設衛生管理マニュアル. 平成 29 年 6 月 16 日付け生食発 0616 第 1 号
- 3) 丸橋隆行, 横手恵子, 石川怜依奈, 西本奈津美, 須佐梢, 関上智美, 横濱章彦 (2016) 新規蓄冷剤を用いた貯血式自己血の病院間搬送に向けての基礎的評価. 日本輸血細胞治療学会誌, 62(6):729-732

(2017 年 11 月 30 日受付)
(2018 年 1 月 30 日受理)