

当庁が備蓄している非常用食糧（職員用）に関する検証

赤野 史典*, 佐藤 建司*, 玄海 嗣生*, 熊野 裕二*

緒形 ひとみ**, 麻見 直美**

概要

当庁が備蓄している非常用食糧について、大規模災害時の災害現場で消防隊員が体調を維持するために摂取すべき活動食（災害時に摂取する3度の食事）の要件を昨年度までの検証で調査した。本検証では調査結果を踏まえ、具体的にメニューを作成し、被験者に実際に摂取させ、その効果を生理的、心理的側面から確認することを目的とした。

検証の結果、エネルギーや栄養素を十分に含む食事は、隊員の良好な体調の維持に寄与する可能性が確認できた。また、メニューの変化に富んだ内容の食事は、大規模災害等で強いストレスに曝される隊員の良好な気分状態の維持に寄与する可能性が示唆された。

1 はじめに

当庁が備蓄している非常用食糧については、大規模災害時にインフラ等が途絶した状況でも消防隊員が食事を摂取できるよう、全職員数の3日分に相当する量が各署等に備蓄されている。その内容については、一定のエネルギー量(1日あたり2,617kcal)を基準値とし、それを充足する食品としてアルファ化米や缶詰等が主管課により選定されている。これらの食品は保存性や経済性に優れているものの、エネルギー量や構成する栄養バランス等の妥当性については確認されていない。また、数日間にわたり連続して摂取し続けた際の、隊員の心身への影響について実際に調査した事例はない。

一方、昨年度までの検証¹⁾により、東日本大震災の際に当庁より緊急消防援助隊として派遣された隊員に対して派遣期間中の食事に関する調査結果を基に、大規模災害時に消防隊員が体調を維持するために摂取すべき活動食の要件を調査した。

そこで本検証では、活動食の要件に沿ったメニューを具体的に作成し、被験者に対して非常食と活動食を実際に摂取させ、生理的及び心理的側面から、その効果を確認することを目的とした。

2 検証方法

(1) 活動食モデルの作成

昨年度の検証結果から得られた、「活動食に含まれるべき栄養素の種別と基準量」(表1)¹⁾を基に、一般に市販されている商品を組み合わせ3日(9食)分のメニュー

(以下「活動食モデル」という。)を作成した。(表2)

この活動食モデルで使用する商品の選定に際して、候補となる商品個々に含まれる栄養素の種別とその量を事前に調査した。これらの個々の商品を組み合わせ1日(3食)分を単位とし、1日あたりの基準量を充足するか否かを確認した。(なお、基準量の種別のうち①エネルギー量の充足を最優先とし、以下、②三大栄養素の比率、③ビタミン、ミネラル、食物繊維、食塩の順とした)

また、活動食モデルを摂取する際に被験者に飽きを感じさせないように、メニューの構成についてはできる限り重複しない内容とし、スープ、野菜ジュース、ゼリー等を取り入れる等の工夫をした。

表1 活動食(補給食を含む)に含まれるべき栄養素の種別と1日あたりの基準量(体重70kgの者の場合)

種別	基準量
エネルギー量(kcal)	4,000
炭水化物(g)	600(60%)*
たんぱく質(g)	130(13%)*
脂質(g)	120(27%)*
ビタミンA(μg/RE)	950
ビタミンB1(mg)	2.4~3.2
ビタミンB2(mg)	2.4~3.2
ビタミンC(mg)	100~200
カルシウム(mg)	650
鉄(mg)	7.5
食物繊維(g)	19g以上
ナトリウム	食塩9.0g未満

*: エネルギー量に占める割合

*活動安全課 **筑波大学体育系

表2 活動食モデルの3日分のメニューについて

	1日目	2日目	3日目
朝食	 <p>レトルトご飯、みそ汁（ほうれん草）、 いわしまりネ、たけのこ鯨、野菜ジュース</p>	 <p>レトルトご飯、みそ汁（あさり）、 さばの味噌煮、里いもそばろ煮、野菜ジュース</p>	 <p>レトルトご飯、みそ汁（なめこ） いわし生姜煮、里いもいか煮、野菜ジュース</p>
昼食	 <p>レトルトご飯、スープ（クラムチャウダー） レトルトカレー、紅鮭大根、野菜ジュース</p>	 <p>レトルトご飯、スープ（オニオン） レトルト牛丼、まぐろ大根、野菜ジュース</p>	 <p>レトルトご飯、スープ（ビスク） レトルト親子丼、豚バラ味噌煮、野菜ジュース</p>
夕食	 <p>チキンライス、ゼリー（みかん） 手羽先ピリ辛、切り干し大根、野菜ジュース</p>	 <p>五目おこわ、ゼリー（ミックス）、野菜ジュース レトルトシチュー、ひじき煮、牛角煮</p>	<div style="text-align: center;">0日目</div>  <p>鶏釜めし、ゼリー（マンゴー）、野菜ジュース 牛バラごぼう、紅鮭昆布巻、とん汁</p>

表3 既存の非常食の3日分のメニューについて

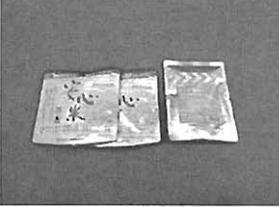
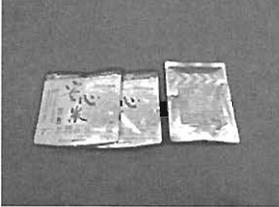
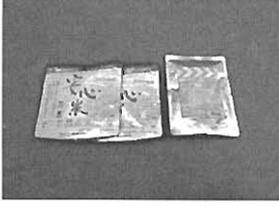
	1日目	2日目	3日目
朝食	 <p>アルファ化米（わかめご飯）、さば缶詰</p>	 <p>アルファ化米（山菜おこわ）、さば缶詰</p>	 <p>アルファ化米（海鮮おこわ）、さば缶詰</p>
昼食	 <p>カンパン、やきとり缶詰、粉末みそ汁</p>	 <p>カンパン、やきとり缶詰、粉末みそ汁</p>	 <p>カンパン、やきとり缶詰、粉末みそ汁</p>
夕食	 <p>アルファ化米（白米）、レトルトカレー</p>	 <p>アルファ化米（白米）、レトルトカレー</p>	<div style="text-align: center;">0日目</div>  <p>アルファ化米（白米）、レトルトカレー</p>

表4 補給食について

	1日目	2日目	3日目
補給食	 <p>ミルク飴、ようかん</p>	 <p>栄養補助ゼリー、キャラメル(半缶) ミルク飴</p>	 <p>クリームサンドクッキー、栄養補助食品 栄養補助ゼリー</p>

(2) 既存の非常食と活動食モデルの比較

被験者に対して、消防隊員が大規模災害現場で消費するエネルギー量と同等の負荷となるよう作業（ウォーキング、写真1）を実施させ、その上で既存の非常食（表3）と活動食モデルをそれぞれ連続3日間（9食分）摂取させ、被験者の生理的、心理的側面について差異を比較した。



写真1 作業（ウォーキング）中の様子

ア 被験者

健康診断による就業区分が「W1」（通常勤務可）に属する当庁職員のうち、検証内容について説明した上で検証協力に同意が得られた者（男性6名、女性1名の計7名）を被験者として指定した。検証の実施にあたり、所内の実施承認を得るとともに、共同研究機関である筑波大学体育系研究倫理委員会の承認を得た。

〔被験者の特性〕（平均±標準偏差）

年齢 41±8歳、体重 68±10kg、身長 171±8cm

イ 実施時期、実施場所

平成26年2月4日～28日

消防技術安全所2階災害心理実験室及び消防技術安全所～代々木公園周辺

ウ 検証プロトコル

被験者1名につき、表5に示すスケジュールに従い、一連（3日間）の検証を計2回実施した。それぞれの検証期間中、被験者に対してエに示す作業条件に従い作業（ウォーキング）を実施させた。1回目の検証で既存の非常食又は活動食モデルを摂取させ、2回目の検証で他方の食事メニューを摂取させた。（試行順序は被験者毎にランダム割り付け法で決定した）

エ 作業条件

本検証では、検証期間中に繰り返し実施かつ再現可能な作業としてウォーキングを採用した。

消防隊員が大規模災害現場で消費するエネルギー量については過去に調査した事例がなく、正確な値については不明であることから、救助隊員が1当番（24時間）で消費するエネルギー量に関する先行研究²⁾を参考に、本検証では一日あたりのエネルギー消費量の総計が3,500～4,000kcalとなるように設定した。

この条件を基に、ウォーキングの距離と速度については予備検証を実施した結果から求め、1回11kmのコースを1日2回（午前9時30分～、午後14時00分から、それぞれ2時間程度）、速度5.5km/hで実施させた。

オ 食事摂取条件

検証期間中は既存の非常食又は活動食モデルのみを摂取することとし、活動食モデルを摂取する検証期間中には、必要に応じて補給食（表4）を適宜摂取することを可能とした。水分摂取については、指定のペットボトル飲料水から必要に応じて適宜摂取することを可能とした。

表5 検証3日間のスケジュールについて

0日目	1日目				2日目				3日目					
夕食1 ④	朝食1 ④	⑤ 測	昼食1 ④	⑤ 測	夕食2 ④	朝食2 ④	⑤ 測	昼食2 ④	⑤ 測	夕食3 ④	朝食3 ④	⑤ 測	昼食3 ④	⑤ 測

（凡例）④：質問紙調査、⑤：2時間ウォーキング、⑥：血糖値/体重/血圧等測定（作業前後）、⑦：POMS調査

カ 測定及び調査項目

検証に伴う測定や調査は次の項目について実施した。
(写真2)

(ア) 生理的項目

血糖値：アキュチェックアビバ[®]、アキュチェックアビバストリップ II (ロシュ・ダ
イグノスティクス[®])

乳酸値：ラクト・プロ2、ラクト・プロ2センサー (アークレイ[®])

体重：インナースキン 50 (㈱ケガ)

血圧：HK-103KE (日立家電販売[®])

心拍変動及び消費エネルギー量：ActiHR4、Actiheart
Software Ver. 4.0.98 (アイトーシー[®])

なお、血糖値及び乳酸値の測定に伴う指先からの微量採血については、微量採血用具の針の周囲部分がディスプレイサブタイプで血液汚染の危険性が極めて少ない安全なものとして、厚生労働省が認めた穿刺器具 (ナチュラルレットデバイス/㈱アークレイ) 及び使い捨ての採血用穿刺針 (ナチュラルレット/㈱アークレイ) を使用し³⁾、被験者自身が微量採血操作を実施することとした。

また、穿刺の際には穿刺箇所からの感染を防ぐために、穿刺箇所周囲をエタノール含浸綿 (エタコット/健栄製薬[®]) で清拭し、衛生的に取り扱うよう指示した。

(イ) 心理的項目

食事と体調に関する調査：表5に示すスケジュールに従い、食事を摂取する度に質問紙調査法により実施した。質問項目のうち、「食事開始時の空腹感」、「食事終了時の満腹感」、「食事の満足感」、「食事の美味しさ」、「体調」、「便通」、「気力」、「疲労感」、「眠気」についてはVAS法 (Visual Analog Scale 法、主観的感覚の程度を定量的に評価する手法である。具体的には質問紙の質問項目毎に予め10cmの直線を表示し、この直線の左端を最も程度の弱い状態、右端を最も程度の強い状態とし、被験者が現在感じている状態を直線上に「×」で記すことで回答させ、左端からその位置までの距離 (単位はmmで0~100の範囲を取る) により評価する) とした。その他の意見や感想については自由記述法とした。

気分状態の評価：被験者の気分状態を把握するため、POMS調査を実施した。POMS調査とは、被験者に5者択一方式の65の質問から構成される質問紙 (日本語版 POMS (㈱金子書房)) を回答させることにより、「緊張」、「抑うつ」、「怒り」、「活気」、「疲労」、「混乱」の6つの気分状態の項目について、定量的かつ総合的に評価することができる手法である。

キ 統計学的検討

得られたデータは統計ソフト (Microsoft Office Excel2007/日本マイクロソフト[®]) を使用し、既存の非常食摂取群と活動食モデル摂取群の2群に別けて集計し、平均値±標準偏差を求めた。2群間の平均値の比較はt検定 (両側、対応あり) を行い、有意水準は5%未満 ($p < 0.05$) とした。

また、食事と体調に関する調査のうち自由記述の項目

については、テキストマイニングの手法を活用して分析した。形態素解析 (文章を単語あるいはフレーズ毎に切り分ける処理) には茶筌 (日本語自然言語処理システム Ver 2.1、奈良先端科学技術大学院大学松本研究室、<http://chasen-legacy.sourceforge.jp/>) を、その後のテキストマイニングにはKHCoder (Ver. 2. beta. 29、<http://koichi.nihon.to/psnl>) を用いた。分析した結果は共起ネットワーク図で表示した。



写真2 作業前後の測定の様子

3 結果

(1) 生理的項目

ア 体重 (図1)

体重は、食後に増加し作業後に減少する様子を検証期間を通じて連続して示した。既存の非常食 ($70.1 \pm 9.3\text{kg}$) と活動食モデル ($70.4 \pm 9.1\text{kg}$) を検証期間全体で比較したところ有意な差が認められた。 ($p = 0.002$)

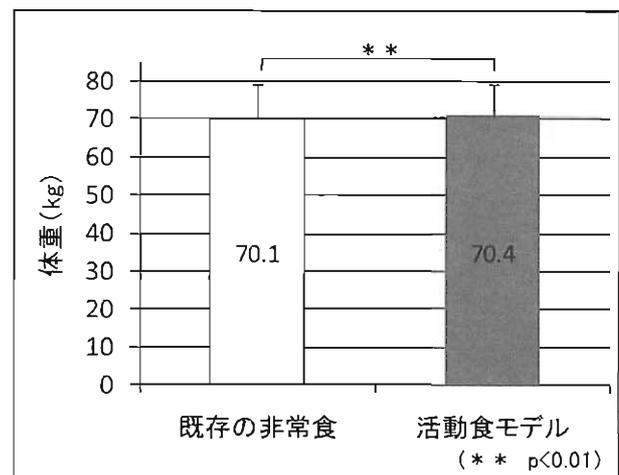


図1 体重の比較

イ 血圧

血圧は、作業前と比較して作業後に低下する様子を検証期間を通じて連続して示した。既存の非常食 (収縮期 $108 \pm 10\text{mmHg}$ 、拡張期 $68 \pm 9\text{mmHg}$) と活動食モデル (収

縮期 110 ± 9 mmHg、拡張期 68 ± 8 mmHg) を検証期間全体で比較したところ有意な差は認められなかった。(収縮期 $p=0.18$ 、拡張期 $p=0.93$)

ウ 血糖値

血糖値は、食後(昼食)に高まり作業後に低下する様子を概ね示した。既存の非常食(107 ± 18 mg/dL)と活動食モデル(106 ± 25 mg/dL)を検証期間全体で比較したところ有意な差は認められなかった。(p=0.67)

エ 乳酸値

乳酸値は、作業前と比較して作業後に低下する様子を概ね示した。既存の非常食(2.7 ± 2.8 mmol/L)と活動食モデル(2.9 ± 2.5 mmol/L)を検証期間全体で比較したところ有意な差は認められなかった。(p=0.70)

オ 心拍変動(図2)

心拍変動は、睡眠中の自律神経系の活動を評価するために測定し、22時~翌6時の間に得られたLF/HF(交感神経活動の指標、REM睡眠や浅睡眠で高く、深睡眠で低くなる値)⁴⁾のうち最小値を抽出し比較した。既存の非常食(0.53 ± 0.40)と比べ活動食モデル(0.39 ± 0.24)で低い値を示すものの、有意な差は認められなかった。(p=0.32)

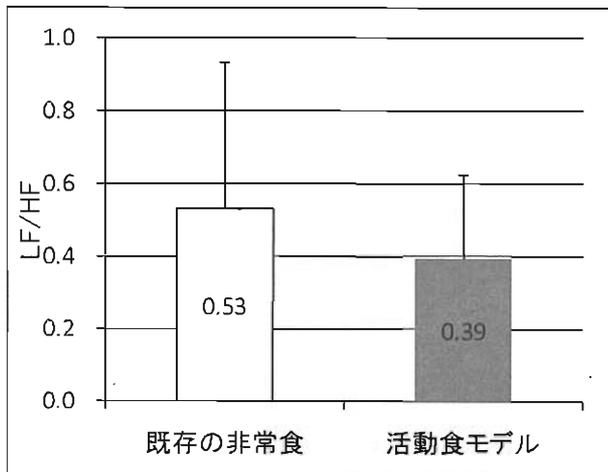


図2 心拍変動から求めたLF/HFの比較

(2) 心理的項目

ア 食事に関する調査(VAS)

(7) 食事前の空腹感に対する評価

食事前の空腹感は、8~41と低い値を示した。既存の非常食(20 ± 18)と活動食モデル(19 ± 13)を検証期間全体で比較したところ有意な差は認められなかった。(p=0.47)

(4) 食事後の満腹感に対する評価(図3)

食事後の満腹感は、77~94と高い値を示した。既存の非常食(83 ± 13)と活動食モデル(平均 87 ± 10)を検証期間全体で比較したところ有意な差が認められた。(p=0.03)

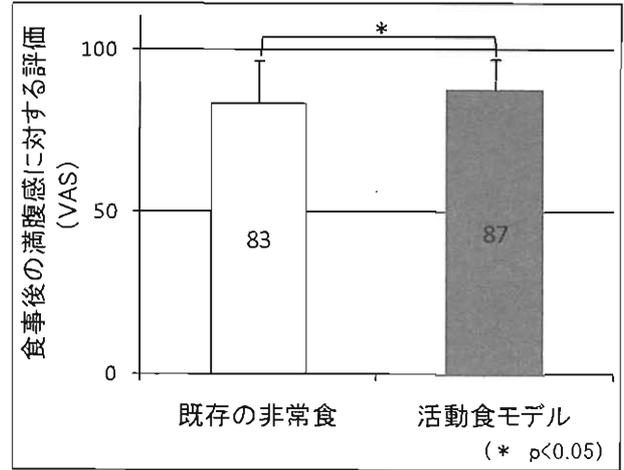


図3 食事後の満腹感に対する評価(VAS)の比較

(9) 食事の満足感に対する評価

食事の満足感に対する評価は、摂取する食事のメニューにより45~79と大きく分散する様子を示した。既存の非常食(60 ± 25)と活動食モデル(67 ± 23)を検証期間全体で比較したところ有意な差は認められなかった。(p=0.13)

(8) 美味しさに対する評価

美味しさに対する評価は、「満足感」と同様に摂取する食事のメニューにより49~75と大きく分散する様子を示した。既存の非常食(63 ± 24)と活動食モデル(63 ± 26)を検証期間全体で比較したところ有意な差は認められなかった。(p=0.98)

イ 体調に関する調査(VAS)

(7) 体調に対する評価(図4)

体調に対する評価は、検証期間を通じて時間経過とともに緩やかに低下するものの、活動食モデルが高い値を維持した。既存の非常食(72 ± 22)と活動食モデル(平均 78 ± 20)を検証期間全体で比較したところ有意な差が認められた。(p=0.002)

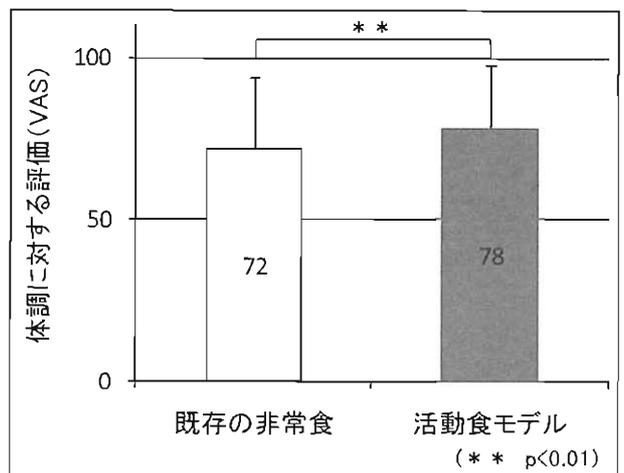


図4 体調に対する評価(VAS)の比較

(イ) 便通に対する評価 (図5)

便通に対する評価は、検証期間を通じて活動食モデルが高い値を維持した。既存の非常食(78±26)と活動食モデル(平均86±15)を検証期間全体で比較したところ有意な差が認められた。(p=0.0002)

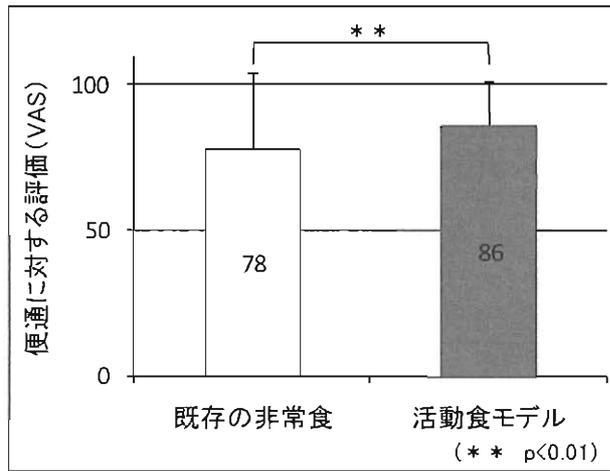


図5 便通に対する評価(VAS)の比較

(ロ) 気力に対する評価 (図6)

気力に対する評価は、検証期間を通じて時間経過とともに緩やかに低下するものの、活動食モデルが高い値を維持した。既存の非常食(70±24)と活動食モデル(平均77±19)を検証期間全体で比較したところ有意な差が認められた。(p=0.008)

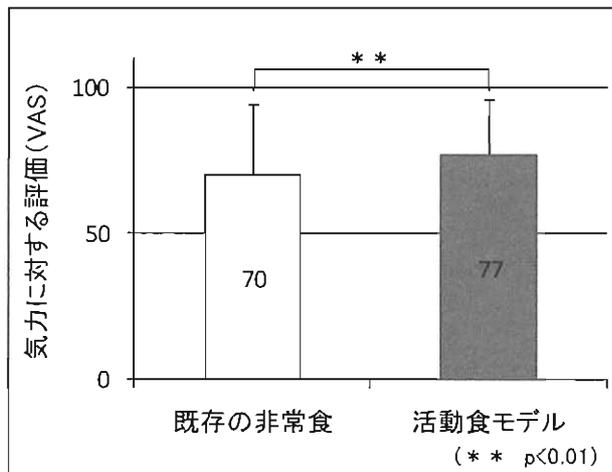


図6 気力に対する評価(VAS)の比較

(エ) 疲労感に対する評価

疲労感に対する評価は、朝から夕方にかけて上昇し、翌朝に一旦下降するも前日と同水準まで回復せず、再び夕方にかけて上昇し、検証期間を通じて徐々に疲労が蓄積していく様子を示した。既存の非常食(53±27)と活動食モデル(47±30)を検証期間全体で比較したところ有意な差は認められなかった。(p=0.06)

(カ) 眠気に対する評価

眠気に対する評価は、「疲労感」と同様に検証期間を通じて時間経過とともに上昇する様子を示した。既存の非常食(51±23)と活動食モデル(52±27)を検証期間全体で比較したところ有意な差は認められなかった。(p=0.53)
ウ 気分状態の評価(POMS) (図7)

気分状態に対する評価は、全6項目のうち活力低下(F)以外の5項目(緊張及び不安感(T-A)、抑うつ感(D)、怒りと他者への敵意(A-H)、元気さ、躍動感、活力(V)、意欲減退、当惑、思考力低下(C))で、活動食モデルの方が良好な状態であるものの、いずれも有意な差は認められなかった。(p=0.27~0.94)

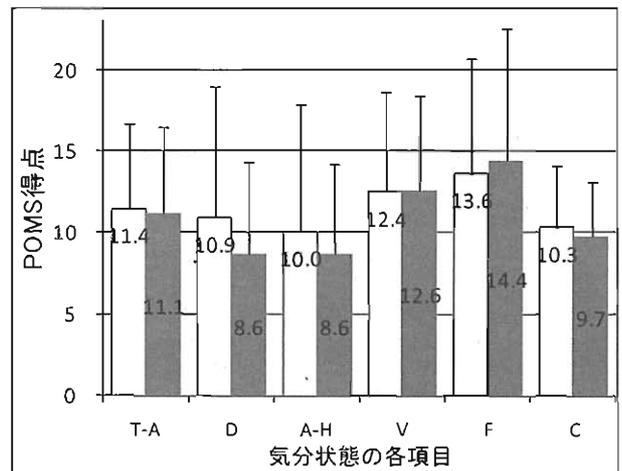


図7 気分状態の評価(POMS)の比較

T-A: 緊張及び不安感、D: 抑うつ感、A-H: 怒りと他者への敵意、V: 元気さ、躍動感、活力、F: 意欲減退、活力低下、C: 当惑、思考力低下
各項目は数値が大きいほど状態が悪いことを示す。(Vのみ数値が大きいほど状態が良いことを示す)

エ 自由記述

(ア) 既存の非常食に対する評価 (図8)

「アルファ化米のおこわの食感や味が美味しい」、「みそ汁や焼き鳥の塩っ気が良い」、「カレーは食べ易く、また食欲を高めるので活動食として相応しい」等の好意的な意見がある一方で、メニューの少なさに伴い同じ食事を摂取し続けることによる飽き、食事の量やバランス、乾パンの味気なさや食べ難さ等を指摘する意見も見られた。

キングを実施したものの、実災害で受ける高強度又は突発的な身体的ストレスを十分に再現できたとは言い難い。実災害の厳しい環境下では本検証で確認した以上に、体調維持に対する食事の効果は明確になるものと考えられる。

ウ 気分状態に関して

気分状態の評価については、有意な差として認められないものの活動食モデルが概ね良好な結果を示した。食事や栄養素等と気分状態の関係には数多くの研究報告があり、特定の栄養素の過不足により特徴的な気分状態を発現することが知られている^{9)~11)}。一方、本検証では活動食モデルのメニューの豊富さと十分な内容の食事が気分状態に作用したものと推測する。大規模災害時の活動を通じて、消防隊員は多数の死傷者を目にする等の強い精神的ストレスや、過度の緊張感や不安感等に曝される可能性が高い。気分状態を良好に維持することは重要であり、食事が有利に作用するのであれば、その効果の積極的な活用が望まれる。

エ 自由記述に関して

自由記述で得られた意見を分類すると、主な項目は、①食事の量やバランスについて、②美味しさや味付けについて、③メニューの豊富さについて、④食感やパッケージを通じた食事摂取のし易さについて、等であった。これらは、大規模災害時に隊員が無理なく効果的に食事を摂取する上で重要な項目であり、備蓄食等の選定をする際の判断要素として活用すべき内容だと考えられる。

5 おわりに

- (1) 栄養学的に十分な内容を含む活動食モデルの摂取は、隊員の体調の維持に寄与する可能性が確認できた。
- (2) 目標とするエネルギー量や栄養素を含む食事を確実に隊員に摂取させるためには、食事の量、美味しさ、食感、香り等の他、メニューの豊富さ、食べやすさ等についても工夫が必要である。
- (3) インフラ等の途絶した環境での食事を想定し、調理不要、食器不要、処分方法等に配慮した、より実践的な活動食の商品開発が望まれる。

[参考文献]

- 1) 赤野史典:大規模災害発生時の隊員の効果的な活動食の摂取方策に関する検証、消防技術安全所報、第50号:70-77、2013
- 2) 東野政貴:通常勤務体制下の消防官の二重標識水法による総エネルギー消費量測定、体力科学、第52号:265-274、2003
- 3) 厚生労働省医政局総務課:「微量採血のための穿刺器具(針の周辺部分がディスプレイタイプでないもの)の取り扱いに係る周知徹底及び調査の実施について(依頼)」に関する追加情報(平成20年6月6日)、2008
- 4) Busek: Spectral analysis of the heart rate variability in sleep, *Physiol. Res.*, 54: 369-376、2005
- 5) 厚生労働省:日本人の食事摂取基準(2010版)、

http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/sessyu-ki_jyun.htm、2010

- 6) 小関誠:アクチグラフを用いたL-テアニンの睡眠改善効果の検討、日本生理人類学会誌、第9巻第4号:13-20、2004
- 7) 山崎俊介:各種アミノ酸摂取による生体への機能性研究—グリシン食品摂取による睡眠の質に関する研究—、鎌倉女子大学学術研究所報、第8号:65-71、2008
- 8) 前村浩二:生体リズムの乱れを調整する3要素(光、食事、メラトニン)、心臓、第43巻第2号:154-158、2011
- 9) 今田純雄:感情と食行動、感情心理学研究、第17巻第2号:120-128、2009
- 10) 石崎太一:鰹節だし摂取が単純作業負荷時の精神疲労・ストレスおよび作業効率に及ぼす影響、日本食品科学工学会誌、第54巻第7号:343-346、2007
- 11) 菅原里枝:大学生における栄養素摂取状況および情緒的傾向と衝動性傾向との関連性、日本食生活学会誌、第21号第3号:222-231、2010

Study on the Tokyo Fire Department' s Emergency Rations for Its Personnel

Fuminori AKANO*, Kenji SATO*, Tsuguo GENKAI*, Yuji KUMANO*,
Hitomi OGATA**, Naomi OMI**

Abstract

Our previous study showed that the requirements for the emergency rations that firefighting personnel should take to maintain their physical condition at large-scale disaster sites. This study' s objective was to create specific menus based on those survey results, and then ascertain their benefits from a physiological and psychological perspective after having the test subjects actually eat them.

Certain items delivered from the study resulted in confirmation that the diet containing sufficient energy sources and nutrients can contribute to keeping firefighting members in good physical condition. Additionally, it suggested that the menus with varied contents can contribute to maintaining the personnel in a good mood state under large-scale disaster stress.

*Operational Safety Section **Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba