

山岳地における救急活動に従事する救急隊員の 負担軽減に関する検証

坂田 雄一*, 三野 正浩*, 吉田 圭佑**, 吉田 雄太***, 下畑 行盛*

概 要

山岳地における救急活動は、急勾配で狭隘の環境下、長時間に渡る活動になることが多いため、現行の救急バッグでは隊員の身体負担が大きく、安全管理上にも問題がある。

そこで活動安全課では、山岳地で活動に従事する救急隊からの意見・要望をもとに、安全性・身体負担の軽減・活動効率を考慮した、山岳地専用の救急ザックと背負子を試作した。

試作品と現行の救急バッグを使用した実験では、身体負担の軽減に高い効果が確認され、また、安全管理・衛生面でも高い評価が得られた。

1 はじめに

当庁管内における救急出場件数は依然として高い水準にあり、救急隊員の精神的・身体的負担の軽減を図ることは、救急行政上の重要課題の一つに挙げられている。

1). 2). 3) そうした背景にあつて、本検証では、様々な救急活動のなかでも、身体的負担が大きい山岳地における救急活動に視点を当て、従事する救急隊員の身体的負担の軽減策について検討を進めることとした。

山岳地における救急活動は、急勾配で未舗装路等の困難な活動環境下で、時には長時間に渡り、傷病者や資器材搬送を行わなければならないため、身体的負担は非常に大きい。そこで、負担の一番大きな要素を占める、資器材等の搬送に係る身体的負担に着目して、その軽減策について検討した結果、資器材を搬送するザックやカバン等の装備面の改善が重要な要素になると考えられた。

現在、当庁において山岳地専用の救急ザック・背負子は配置されておらず、山岳地で救急活動を行うために活用されている救急搬送資器材は、通常の救急活動用に配置されている手提げの救急カバンと市販の登山用ザック・背負子である。前者はデマンドバッグやスクープストレッチャー等を手で持って搬送しなければならないため、片手あるいは両手が使用できず、山道を歩く際には身体的負担が大きく、さらに、安全管理上に支障があると考えられる。後者は、救急かばんのように資器材を細かく分別する仕様にはなっていないことから、ザックの中に一括して詰め込んだ状態であり、資器材の迅速かつ分別した出し入れが困難であるため、傷病者処置を実施する際に衛生面、救急活動面で支障があると考えられる。

このことから、資器材や傷病者搬送時の身体的負担や安全管理面を人間工学的な観点から捉え、かつ、救急処置の際の効率性や衛生面においても考慮した山岳地専用の機能を備えた救急ザック及び背負子を試作し、検証することとし、山岳地で救急活動に従事する救急隊員の負担軽減に資することを目的とした。

2 検証方法

(1) 山岳地専用ザック・背負子の聴取及び試作
ア 調査対象

山岳地において救急活動に従事している4つの消防署の各部救急隊員

- ・浅川救急隊 (八王子消防署)
- ・長淵救急隊 (青梅消防署)
- ・檜原救急隊 (秋川消防署)
- ・奥多摩救急隊 (奥多摩消防署)

イ 調査期間

(ア) 聴取・回答期間

平成19年4月25日から平成19年5月2日まで

(イ) 試作期間

平成19年6月27日から平成19年8月10日まで
ウ 調査内容

山岳地で救急活動に従事する際の問題点、要望点を消電により聴取、または庁内メールによる回答により調査を行った。聴取・回答結果を基に、現在航空隊で使用している救急ザック、及び第六消防方面本部消防救助機動部隊で使用している救急ザックを参考に、活動安全課員が山岳地での救急活動に適応したザック・背負子の試作

*活動安全課、**奥多摩消防署、***練馬消防署

品に関する検討を行い、隊長用ザック、隊員用ザック、支援隊用ザックの3種類のザックと、機関員用の背負子を試作した。その形状については下図のとおりである。(図1、2)

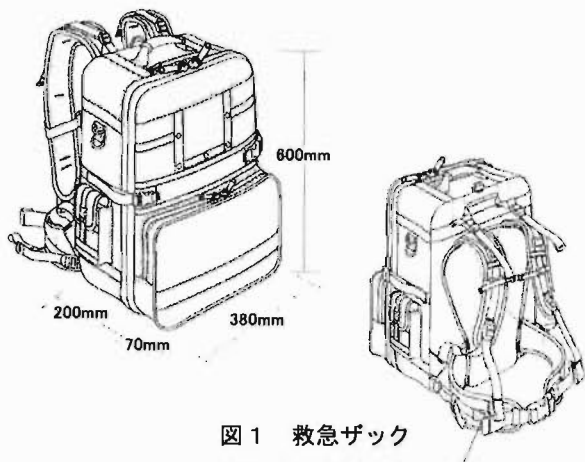


図1 救急ザック

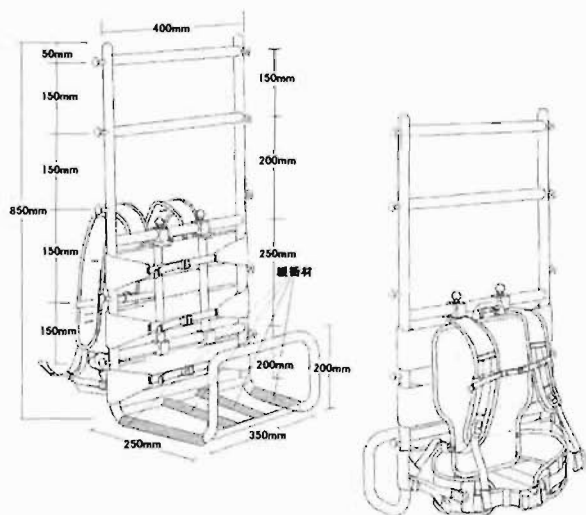


図2 背負子

(2) 現行のザック等による搬送と試作ザック・背負子による搬送の測定実験

ア 被験者(表1)

奥多摩消防署1部の男性救急隊員3名(隊長、隊員、機関員)

表1 被験者の身体特性

氏名	階級	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)
被験者1	司令補	35	174	71
被験者2	副士長	37	176	65
被験者3	士長	39	168	59
平均値±標準偏差		37±2	172.7±4.2	65±6

イ 測定期間

(ア) 現行のザック等による搬送

(活動基準どおりの手持ち搬送及び市販の山岳用ザック・背負子による搬送)

平成19年6月29日(金)9時から12時まで

(天候:くもり、風速:1m/s、気温:26.6度、湿度:63%)

(イ) 試作ザック・背負子による搬送

(隊長用ザック、隊員用ザック及び機関員用の背負子を使用)

平成19年8月24日(金)9時から12時まで

(天候:くもり、風速:1m/s、気温:25.0度、湿度:64%)

ウ 測定場所

東京都西多摩郡奥多摩町氷川の鋸山登山道にて測定を行った。登山道の勾配は平均約10.5度(最小0度、最大約60度)であった。標高はスタート地点が約500m、折り返し地点が約642mであり、高低差は約142mであった。(写真1)



写真1 実験風景

エ 測定項目

(ア) 血中乳酸濃度

簡易血中乳酸測定器ラクテート・プロ(アークレイ株式会社)を使用し、測定開始直前、測定開始約15分後の折り返し地点、測定終了直後の合計3回測定を実施した。

(イ) 心拍数

ポラール・チームシステム(ポラール社)を使用し、測定開始直前から測定終了直後までの間、5秒間隔で測定を実施した。

(ウ) 温度湿度指数(不快指数)

データロガーTH-101(マイクロテクノ株式会社)を使用し、測定開始直前から測定終了直後までの間、5秒間隔で被験者の胸部表面の温度・湿度を測定した。その結果をもとに、温度湿度指数(不快指数)を下記算式に基づき算出した。

なお、不快指数と体感の関連については表2のとおりである。

温度湿度指数(不快指数) = 0.81T + 0.01H (0.99T - 14.3) + 46.3

※ T = 乾球温度(℃)、H = 湿度(%)

表2 温度湿度指数と体感

温度湿度指数	~7.5	~8.0	~8.5	8.6以上
体感	快適	やや不快	不快	たまらない

(エ) RPE (主観的運動強度)

15段階に尺度化(Borg提唱)された主観的強度を使用し、測定開始直後から測定終了直後までの間、5分間隔で測定を実施した。

なお、Borgの主観的強度は表3のとおりである。

表3 Borgの主観的強度

	主観的強度
20	
19	非常にきつい
18	
17	かなりきつい
16	
15	きつい
14	
13	ややきつい
12	
11	楽である
10	
9	かなり楽である
8	
7	非常に楽である
6	

(オ) 身体負担度、危険度、負担箇所に関するアンケート調査

活動安全課独自で作成したアンケート用紙を使用し、測定終了後、実験時の活動環境負担、活動環境危険、負担箇所に関するアンケート調査を実施した。

活動環境負担、活動環境危険に関するアンケートは5段階評価で記入してもらい、負担箇所に関するアンケートはアンケート用紙の身体図に負担箇所を記入してもらった。

オ 測定内容

(ア) 歩行速度、時間

平均約3.0km/h(メトロノームで歩行のリズムを調整)で15分間登り、15分間下った。

(イ) 歩行距離

約1560m(片道約780mの往復コース)

(ウ) 服装

執務服、編み上げ作業靴、保安帽

(エ) 各救急隊員の搬送資器材とその重量
搬送資器材、重量は表4のとおりである。

表4 搬送資器材とその重量

	隊長		隊員		機関員	
	搬送資器材	重量	搬送資器材	重量	搬送資器材	重量
1回目	隊長がばん 本体 緊急処置資器材	5kg 6kg	本体 アムンドバック 緊急処置資器材	3kg 3kg	搬送資器材 スクープストリッパ	9.0kg
手持ち搬送 (活動基準どおり)	ECGモニタ 本体 バンド等	6.7kg 1.3kg	緊急処置資器材 本体 バンド等	2.5kg 2.3kg		
	計	19kg	計	9.8kg	計	9.0kg
2回目	隊長用ザック 本体 緊急処置資器材 スクープストリッパ 緊急処置資器材	2kg 6kg 3kg 1.3kg	隊員用ザック 本体 ECGモニタ バンド等	2.5kg 6.7kg 1.3kg	機関員 スクープストリッパ	2.5kg 9.0kg
	計	12.5kg	計	12.8kg	計	11.5kg
3回目	試作ザック 本体 緊急処置資器材	3.8kg 8.7kg	隊員用ザック 本体 重り	2.5kg 10.3kg	機関員 スクープストリッパ	2.5kg 9.0kg
	計	12.5kg	計	12.8kg	計	11.5kg

3 検証結果

(1) 山岳地で救急活動を行うための専用ザック・背負子の聴取および試作

聞き取り調査の結果に基づき試作した救急ザックと機関員用の背負子の形状等については図1、2のとおりである。

なお、色に関しては、隊長用ザックは黄色、隊員用ザックはオレンジ色、支援隊用ザックは緑色を採用した。

(2) 現行のザック等による搬送と試作ザック・背負子による搬送の測定実験

隊長、隊員、機関員の①活動基準どおりの手持ち搬送、②市販ザック・背負子による背負い搬送、③試作ザック・背負子による背負い搬送、それぞれにおける生理的身体負担、主観的身体負担は表5のとおりである。

③による搬送において、機関員のRPEを除くすべての測定項目の平均値が低く、生理的・主観的身体負担がもっとも低い結果となった。

資器材の重量に関して、②、③による搬送において各隊員の搬送する資器材の重量はほぼ均等化されていたが、①による搬送において各隊員の搬送する資器材の重量は、隊長(19kg)、隊員(9.8kg)、機関員(9.8kg)と、隊長が他の隊員と比較して約2倍の重量を搬送する結果となった。

表5 各隊員の各搬送方法における身体負担

搬送方法	資器材重量(kg)	生理的身体負担			主観的身体負担		アンケート負担箇所
		中心脈速度(平均値)	心拍数(総ノ分)	搬送後疲労度(平均値)	RPE(1-10段階)	アンケート負担箇所(肩・腰・膝)	
隊長	①	7.5 (13.8)	142 (187)	86 (89)	15.0 (18)	4.3	3箇所 (肩・腰)
	②	3.7 (8.4)	127 (179)	86 (89)	13.7 (16)	3.3	3箇所 (肩・腰)
	③	2.0 (2.7)	113 (157)	86 (89)	10.3 (13)	2.0	0箇所
隊員	①	4.4 (7.8)	123 (181)	86 (89)	11.9 (18)	4.3	7箇所 (肩・腰・膝・肘・手首・足指)
	②	6.5 (12)	139 (191)	86 (89)	12.3 (18)	3.0	3箇所 (肩・腰・膝)
	③	2.8 (4.9)	105 (163)	86 (89)	9.1 (12)	2.0	0箇所
機関員	①	5.9 (10.2)	146 (184)	86 (89)	8.7 (12)	4.0	2箇所 (肩・腰)
	②	6.6 (12.9)	150 (200)	86 (89)	10.0 (16)	3.8	4箇所 (肩・腰・膝・肘)
	③	3.8 (6.1)	136 (183)	86 (89)	9.7 (12)	1.7	0箇所

※搬送方法
① 活動基準どおりの手持ち搬送、② 市販ザック・背負子による背負い搬送、③ 試作ザック・背負子による背負い搬送
※数値はアンケート負担箇所を除いてすべて平均値、()内の数値は最大値
※アンケート活動環境の負担箇所、危険箇所の評価：1、とても小さい 2、小さい 3、どちらともいえない 4、大きい 5、とても大きい

4 考察

(1) 救急搬送資器材、救急資器材の現状における問題点
当庁では、山岳地で救急活動に従事する4つの消防署のうち、2つの消防署が当庁配置の救急搬送資器材、残り2つの消防署が市販のザック、背負子を運用としてそれぞれ使用しているのが現状である。救急隊員が山岳地で安全・効率的に救急業務を推進していくために、両者を活用することは問題があると緒言で述べたが、市販ザック・背負子を使用している隊からは、山岳地の救急指令後、救急資器材を詰め替えるのに時間がかかるとの意見もあり、救急活動以外の面においても問題点が多数見受けられる。また、救急資器材（とくに除細動器）が重いという意見も多数あることから、救急資器材の軽量化を行い、山岳地専用の救急資器材、ザック、背負子を配置することが望ましいと考えられる。

(2) 生理的身体負担

ア 血中乳酸濃度

血中乳酸濃度が4 mmol/L（O B L Aと呼ばれ最大酸素摂取量の約80%の運動強度に相当する）に達するような運動を行うと、運動強度の増加に対して乳酸が安静時以上に蓄積し始めるといわれており⁴⁾、本検証の実験では、被験者の最大血中乳酸濃度の平均値は3つの搬送方法すべてにおいて4 mmol/Lを上回っており、強度の高い活動であったと考えられる。とくに、活動基準どおりの手持ち搬送、及び市販ザック・背負子による背負い搬送においては、最大血中乳酸濃度が10 mmol/L（最大努力の客観的指標⁵⁾）を超えており、試作ザック・背負子による背負い搬送と比較して運動強度が非常に高かった。したがって、試作ザック・背負子による背負い搬送が被験者の活動負担をもっとも軽減したと推測される。

イ 心拍数

年齢から推定される最大心拍数（HR max=220-年齢）にほぼ達していると、最大努力としての指標とされるが⁴⁾、活動基準どおりの手持ち搬送、市販ザック・背負子による背負い搬送において、全ての被験者が最大心拍数にほぼ達していた。また、試作ザック・背負子による背負い搬送において最大心拍数、平均心拍数ともにもっとも低い数値であったことから、この搬送方法が他の2つの搬送方法と比較して、被験者の活動負担をもっとも軽減したと推測される。

(3) 主観的身体負担

ア R P E（主観的運動強度）

それぞれの搬送方法において、被験者の平均値を比較すると、活動基準どおりの手持ち搬送は11.9（最大16.0）、市販ザック・背負子による背負い搬送は12.0（最大17.0）、試作ザック・背負子による背負い搬送は9.7（最大12.3）であり、前者から順番に、ややきつい（きつい～かなりきつい）、ややきつい（かなりきつい）、楽である（ややきつい）と尺度化される。つまり、後者による搬送方法が前者2つの搬送方法と比較して、もっとも

も活動負担が軽減されていたと推測される。

イ アンケートによる活動環境負担、活動環境危険および負担箇所

活動環境負担、活動環境危険ともに試作ザック・背負子による背負い搬送においてももっとも低い平均値であり、主観的な身体負担がもっとも低いと考えられる。また、身体負担箇所においても0箇所であり、他の2つの搬送方法と比較してももっとも少ない結果となった。

活動基準どおりの手持ち搬送、市販ザック・背負子による背負い搬送において、負担箇所のほとんどが肩に集中しているが、これは、隊長かばんをタスキ掛けにする、デマンドバッグをタスキ掛けにする、市販ザックが肩に合わない、背負子が肩に合わない等が原因であると考えられる。したがって、救急資器材の収納を考え、重心の位置を考慮し作成された試作ザック・背負子の搬送では、より負担箇所が少なくなったのではないかと推察される。

(4) 試作ザック・背負子

試作ザック・背負子の操作等についてのアンケート調査では全体的に良好との評価が多かった。また、試作ザックは両手が自由に使える、救急資器材を分別できる等のメリットがあるため、安全管理面、衛生面、救急活動面のすべての面で優れていると考えられる。

5 試作ザック・背負子の改良（再試作）

試作ザックを使用して、以下のとおり調査を行った。

(1) 調査対象

清瀬消防署1名、八王子消防署9名、青梅消防署3名、秋川消防署24名、奥多摩消防署11名の計48名の救急隊員

(2) アンケート調査期間等

ア 調査期間

平成19年8月25日から平成19年9月30日まで

イ 調査内容

試作ザック・背負子を約1ヶ月間実際の救急活動現場で使用してもらい、試作ザック・背負子に関するアンケート調査を行った。

(3) 調査結果と再試作品の製作

試作ザック・背負子の長所・短所についてのアンケート調査結果は表6のとおりである。試作ザック・背負子ともに良い評価を受けたが、改良を要望する回答としては、「ザックが大きい」、「背負子の重心が高い」等の意見が多く見受けられた。

調査結果に基づき、活動安全課員が再度ザック・背負子の試作品に関する検討を行い、隊長用ザックと機関員用の背負子を再試作した。（写真2、3、4、5）

表6 試作ザック・背負子の長所・短所についてのアンケート調査結果

	長所	回答数	短所	回答数
隊長用ザック (ザック1)	両手が自由に使える	4	現場への降下、救急場所での活動が容易に、かつ少、機身の方が良い	3
	重たいやすく、狭いから重量感が少ない	3	作業の必要程度での活動では大きすぎる	3
	山岳専用として大変良い	2	機体への重量調整のつまみが欲しい、調整困難	1
	両サイドホルダーは資器材を振り分けやすく使用しやすい	1	山岳救急降下後に踵の替えるのに手前がつかない	1
機関員用ザック (ザック2)	前後両面の機関員用は良い	3	両手切りが楽	1
	緊急の状況から重量感を減し、楽に扱える	1		
	緊急時には重量感を減すため、長時間の搬送が楽	2	機体への重量は重すぎる	2
現場用ザック (ベネフィットザック)	緊急時には重量感を減し、楽に扱える	1	機体への重量は重すぎる、緊急時には重量感を減す必要がある	1
	緊急時には重量感を減すため、長時間の搬送が楽	1	緊急時には重量感を減す必要がある	1
その他共通事項	黄色、オレンジ色が目立つ色で良い	10	機体は山岳専用から調整困難	3
	花色が良い	3	サイドポケットは現場活動を通ずるとき邪魔	1
背負子	従来のものと比較して非常に使いやすい	1	調整のしやすさ、重量が軽くなる	10
	重量が良い	1	肩バンド取り付け位置が下過ぎるため、横にずれ	6
	スクープストレッチャーを安全に搬送可能	1	肩バンドの調整ができることを望む	2
			(ひよりの重量が重くなる)	1
その他特記事項	山岳用の救急資器材専用のバック、背負子が配置になることにより、救急隊員の疲労軽減、安全管理につながる	2	現場使用を考慮し、反射テープ、ライト等の取り付けは必要	1
			心電図装置が搭載できるAEDを配置してほしい(現状の収納スペースは重すぎるため)	6
			現状のFC1630は耐水性に問題があり、ゼーリングと脱カバーをした場合、機械故障に繋がります	1



写真5 背負子背面

4) 再試作の結果

調査結果に基づいた隊長用ザック及び機関員用の背負子の改善点は表7のとおりである。

改良後の試作ザックはコンパクト化、サイドポケット削除、背負子に関しては重心位置の下降、肩バンド調整ベルト追加等、それぞれアンケート結果での要望が多数あった短所を改善したため、両者ともに背負い搬送が改良前と比較して容易になったと考えられる。

表7 隊長用ザック及び機関員用の背負子の改善点

隊長用ザック	背負子
1 ザックの縮小 ・奥行300mm→150mm ・幅幅270mm→230mm	1 重心位置の下降 ・下部は3本脚パイプのうち、真ん中2本を斜めに添削
2 削除した点 ・サイドポケット ・緊急用コードガイド	2 追加した点 ・肩バンド調整ベルト
3 追加した点 ・両サイドポケット	3 補強した点 ・肩ベルト、踵ベルトの補強を追加 ・下部パイプの径を30mm
4 補強した点 ・ザック上部調整テープ	4 その他変更した点 ・上から3個目の縦パイプをバックジーン的位置に変更 ・踵ベルトの位置を踵横さんの位置に変更
5 その他変更した点 ・背、背骨子の上部カバーをメッシュ加工に変更 ・バックジーンはバック(上部)の位置を上面に変更 ・踵ベルトの位置をザック下部に変更 ・肩ベルト、踵ベルトの全長を延長 ・調整の簡小 ・内側の上部をカット(調整を操作するため)	

6 結論

- 試作ザック・背負子による背負い搬送が、活動基準どおりの手持ち搬送、市販ザック・背負子による背負い搬送と比較して、生理的にも主観的にも身体負担が軽減されていることが立証された。
- ザック・背負子を活用することにより、活動する各救急隊員の搬送する資器材重量の平均化が図られており、身体負担が均等化される傾向がみられた。
- 試作ザック・背負子は安全管理面、衛生面、救急活動面においても、救急かばんや市販ザックより優れており、今後、山岳地を管轄する消防署所に配置することが望まれる。

7 今後の課題

- 救急かばんやデマンドバッグはタスキ掛けあるいは手持ちで搬送するほかなく、肩に負担がかかる、片手がふさがってしまうという事実を考慮すると、山岳地のよ



写真2 救急ザック外観



写真3 救急ザック内部



写真4 背負子外観

うな特殊環境での救急活動のみならず、搬送困難等の現場におけるPA連携活動においても、試作ザック等を利用した背負い搬送は身体負担軽減に有効であると考えられる。

(2) 本検証の他に、救急隊員の身体負担軽減の有効策として、資器材の軽量化に関して検証することも重要である。

8 参考文献

- 1) 東京消防庁企画調整部企画課：消防行政の概要、p8、2007
- 2) 東京消防庁消防科学研究所第四研究室：救急隊員の勤務時間実態に関する調査研究（2005）
- 3) 東京消防庁消防科学研究所第四研究室：救急隊員の業務中における精神負担に関する調査研究（2003）
- 4) 勝田茂：入門運動生理学第2版、杏林書院、p63、2004
- 5) 山地啓司：最大酸素摂取量の科学、杏林書院、p15、2001

Verification concerning the reduction of burden to EMS crew engaged in rescue operations in mountainous areas

Yuichi SAKATA*, Masahiro MINO*, Keisuke YOSHIDA**, Yuta YOSHIDA***,

Yukimori SHIMOHATA*

Abstract

Since rescue operations in mountainous regions tend to be in steep and narrow terrain over an extended period of time, the existing emergency bag puts considerable burden on the crew and poses a safety management problem.

Operational Safety Section prototyped a backpack and frame for exclusive use for emergencies in mountainous regions on the basis of feedback and requests from the EMS units engaged in operations in such regions with abatement of physical burden and efficiency of activity taken into account.

The results of testing the prototype and the existing emergency bag confirmed that the prototype is highly effective for reducing physical burden and it is highly rated from the aspect of safety management and hygiene as well.