

高温・高湿度環境下で活動する消防隊員の 水分補給に関する研究結果について

Study fo feeling water to firefighters in the hot and moist air

北 岡 開 造*
桜 井 高 清**
正 木 豊**
石 川 高 満***

概 要

10人の消防隊員を対象に高温環境下（温度50°C・湿度50%）で、毎時3kmの歩行運動を行った。

被験者は、20分間の歩行と10分間の休息を3回繰り返す実験工程で、水分900cc補給、水分1500cc補給及び水分を補給しない場合について、それぞれの実験を行った。主な生理的変化等の結果は、次のとおりである。

- (1) 80分の実験工程を全て終了した者は、安全限界の体温が39°Cに達している。
- (2) 水分補給のない者は、高温環境下での長時間の消防活動が難しい。
- (3) 水分は、200～300cc程度をこまめにとることが、効果的である。

We carried out experiments that 10 healthy firefighters walk at 3km/hour of speed in the hot environment chamber at 50°C and at about 50% of relative humidity.

We designed firefighters as group A,B and C, group A to drink 900ml of water, group B to drink 1500ml, group C with no water.

Then they took walking exercise three times, the time of exercise is 20 minute at an interval of 10 minute.

The following result were obtained estimating the physiological response.

- 1 All firefighters who have completed the experiments raise the body temperature to 39°C. beyond safety limit.
- 2 It is difficult for firefighters with no water supplying to work long in the hot environment.
- 3 It is effective that firefighters shall drink 200to 300ml of water frequently.

1. はじめに

近年、都市建築物は高層、深層及び大規模化しており、一旦火災が発生すると、濃煙や熱気が建物内に長時間滞留し、消防活動を困難にする。

このような火災で活動する消防隊員の身体的負担はとりわけ厳しいものとなる。

本研究は、高温・高湿度環境下で行動する消防隊員の身体的負担を明らかにし、火災現場での水分の補給体制や熱中症の予防対策等に反映させることを目的として実施した。

2. 実験期間等

- (1) 実験期間
平成2年10月30日から同年12月18日まで
- (2) 実験場所
消防科学研究所第四研究室医学実験室
- (3) 実験対象者
渋谷、中野及び武蔵野消防署の警防隊員各3人、第四研究室員1人の計10人を調査対象者（以下「対象者」という。）として実施した。

*予防部予防課 **第四研究室 ***世田谷消防署

3. 装備条件等

(1) 装備条件

対象者は、防火衣、長靴などの出火出場時の装備に加え、東消5型空気呼吸器（軽量8ℓボンベ）を着装した。

なお、装備総重量は20kgとした。

(2) 環境条件

環境条件は、温度50°C、湿度50%に設定した。

(3) 負荷条件

熱環境実験室のランニングマシンを時速3kmに設定し、対象者は、表1のタイムスケジュールで第一工程（0～20分）、第二工程（30～50分）、第三工程（60～80分）の歩行運動（以下「第一工程、第二工程、第三工程」とそれぞれいう。）を実施した。

表1 タイムスケジュール

開始	第一工程		第二工程		第三工程		終了
	20分	10分	20分	10分	20分		
	高温	常温	高温	常温	高温		
	負荷	休息	負荷	休息	負荷		
	経過時間（分）						

(4) 実験種別

対象者は、次の3種の実験を1回ずつ、前項(3)の負荷条件で実施した。

No.Ⅰ：実験前及び各休息中にそれぞれ300ccの水分（スポーツ飲料水）を補給する。

No.Ⅱ：実験前に300cc、各休息中にそれぞれ600ccの水分（スポーツ飲料水）を補給する。

No.Ⅲ：全く水分を補給しない。

4. 調査項目

(1) 身体特性

対象者の身体特性（身長・体重・肺活量等）の測定を行った。

(2) 心拍数及び血圧

連続血圧計により、血圧・心拍数の測定を行った。

(3) 呼吸数及び空気消費量

呼吸分析器により、負荷中の呼吸数及び空気消費量の測定を行った。

(4) 体温

電子体温計により、実験前及び休息時の舌下温度の測定を行った。

(5) 発汗量

人体精密台秤により、実験前後の体重を測定し、発汗量を算出した。

(6) 尿量

実験終了後に尿量を測定した。

(7) 尿中塩分濃度

塩分測定器で、実験終了後の尿中塩分を測定した。

(8) アンケート調査

各負荷の終了直後に、「暑さ」や「喉の渇き」等についてアンケート調査を行った。

5. 結果

実験工程時間ごとの完遂者数は、表2のとおりである。

表2 実験工程ごとの実験完遂者

	第一工程終了時	第二工程終了時	第三工程終了時
No.Ⅰ	10人	6人	4人
No.Ⅱ	10人	7人	5人
No.Ⅲ	10人	5人	1人

(1) 身体特性

対象者の身体特性は、表3のとおりである。対象者の肥満度をローレル指数評価でみると、

表3 対象者の身体特性

対象者	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	ローレル指数	肺活量(cc)
A	34	177	74	133	4400
B	36	163	54	124	3300
C	33	180	77	132	5300
E	34	172	63	123	5400
F	33	161	74	177	3800
G	34	176	67	122	4000
H	34	168	75	158	4200
I	37	167	61	130	4100
J	39	164	66	149	4100
K	33	173	63	121	3600
平均	34.7	170.1	67.9	136.9	4200

160以上の肥満体に該当する者は1人であり、ほとんどの者は普通であった。

(2) 心拍数

各実験工程終了時の平均心拍数は表4のとおりである。

表4 平均心拍数

	安静時	第一工程終了時	第二工程終了時	第三工程終了時
No. I	79	150(81)	161(107)	173
No. II	83	148(98)	158(103)	169
No. III	78	151(89)	168(108)	170

() 内は休息終了間際の心拍数

第一工程終了時、No. I は150拍/分、No. II は148拍/分、No. III は151拍/分であり、10分間の休息によって、No. I は81拍/分、No. II は98拍/分、No. III は89拍/分にそれぞれ回復している。

また、第二工程終了時、No. I は161拍/分、No. II は158拍/分、No. III は168拍/分にそれぞれ上昇し、10分間の休息後、No. I は107拍/分、No. II は103拍/分、No. III は108拍/分にそれぞれ回復している。

さらに、第三工程終了時には、No. I は173拍/分、No. II は169拍/分、No. III は170拍/分までそれぞれ上昇している。

実験の途中で中止した対象者の中止直後の心拍数は、表5のとおりである。

表5 中止者の心拍数(拍/分)

	第一工程	第二工程
No. I	182 (4)	182 (2)
No. II	182 (3)	180 (2)
No. III	185 (5)	182 (4)

() 内は中止者数を示す

本実験継続の可否は、心拍数が定常的に180拍/分を超えた時点、対象者の継続意思及び休息時の体温の回復(38.5℃)などを考慮して決定した。

(3) 血圧1(収縮期血圧)

各対象者の平均血圧の状況は、表6に示すとおりである。

第一工程終了時、No. I は169mmHg、No. II は

162mmHg、No. III は130mmHgであり、10分間の休息後、No. I は132mmHg、No. II は129mmHg、No. III は120mmHgまで回復している。

また、第二工程終了時、No. I は181mmHg、No. II は166mmHg、No. III は161mmHgに上昇しており、10分間の休息後、No. I は136mmHg、No. II は130mmHg、No. III は129mmHgとなっている。

さらに、第三工程終了時、No. I は170mmHg、No. II は174mmHg、No. III は147mmHgとなっている。

表6 血圧の変化(mmHg)

	安静時	第一工程終了時	第二工程終了時	第三工程終了時
No. I	123	169(132)	181(136)	170
No. II	121	162(129)	166(130)	174
No. III	120	130(120)	161(129)	147

() 内は休息後の血圧を示す。

(4) 空気消費量

対象者の平均空気消費量は、表7に示すとおりである。

表7 空気消費量の変化(ℓ/分)

	第一工程	第二工程	第三工程
No. I	24.6	26.6	29.0
No. II	23.6	24.6	25.7
No. III	22.7	27.8	28.1

各実験とも、工程の経過とともに空気消費量は、徐々に増加しているが、30ℓ/分を超えることはなかった。

また、各実験の第二工程終了時では、No. I、IIに比べ、水分を補給しないNo. IIIの空気消費量がやや増加している。

(5) 呼吸数

各対象者の平均呼吸数は、表8のとおりである。

第一工程終了時、No. I は19回/分、No. II は20回/分、No. III は16回/分となっている。また、第二工程終了時、No. I は20回、No. II は18回、No. III は18回となっている。さらに、第三工程終了時、No. I は22回、No. II は20回、No. III は23回となっている。

表8 呼吸数の変化 (回/分)

	第一工程終了時	第二工程終了時	第三工程終了時
Na I	19	20	22
Na II	18	18	20
Na III	16	18	23

(6) 体温 (口腔内温度)

実験経過による対象者の平均体温は、表9に示すとおりである。

表9 体温の変化 (°C)

	安静時	第一工程終了時	第二工程終了時	第三工程終了時
Na I	36.7	37.9	38.9	39.5
Na II	36.8	37.7	38.5	38.9
Na III	36.6	37.8	38.6	39.5

測定直前の安静時体温は、各実験ともに36.6°Cから36.8°Cの範囲にとどまっていた。しかし、第一工程終了時には、Na I 37.9°C、Na II 37.7°C、Na III 37.8°Cになっており、安静時より約1°C上昇している。

また、第二工程終了時には、Na I 38.9°C、Na II 38.5°C、Na III 38.6°Cへとそれぞれ上昇している。

さらに、第三工程終了時では、Na I 39.5°C、Na II 38.9°C、Na III 39.5°Cに達している。

(7) 発汗量

実験工程を全て終了した対象者の平均発汗量は、表10に示すとおりである。

表10 発汗量の変化 (cc)

	第一工程終了時	第二工程終了時	第三工程終了時	合計
Na I	430	668	650	1748(4)
Na II	440	649	723	1812(5)
Na III	290	691	792	1773(1)

() 内は全実験工程の完遂者数を示す。

第一工程終了時、Na I は430cc、Na II は440cc、Na III は290ccとなっている。また、第二工程終了時、Na I は668cc、Na II は649cc、Na III は691ccとやや増加の傾向がみられた。

さらに、第三工程終了時、Na I は650cc、Na II は723cc、Na III は792ccとなっている。表11は、表10で示した対象者の水負債の状況について示したものである。

表11 水負債状況 (cc)

	補給水分	発汗量	水負債量
Na I	900	1748	848
Na II	1500	1812	312
Na III	0	1773	1773

900gの水分を補給したNa I が848cc、1500ccの水分を補給したNa II が312cc、全く水分の補給をしなかったNa III に1773ccの体内水分の負債がみられる。

また、発汗量と体重との比率をみると、Na I (体重68.8kg) は1.2%、Na II (体重65.5kg) は0.4%、Na III (体重71.9kg) は2.4%となっている。

(8) 尿量

実験工程を全て完遂した対象者の平均尿量は、表12に示すとおりである。

表12 尿量 (cc)

Na I	87
Na II	145
Na III	123

実験工程を全て終了後に採取した対象者の尿量は、Na I が87cc、Na II が145cc、Na III が123ccとなっている。

(9) 尿中塩分濃度

実験工程を全て完遂した対象者の実験開始前後の平均尿中塩分濃度は、表13に示すとおりである。

Na I は測定前0.93%、測定後0.97%、Na II は測定前1.38%、測定後0.84%、Na III は測定前0.98%、測定後1.11%であり、Na II のみ尿中塩分濃度が減少した。

表13 尿中塩分濃度 (%)

	実験前	実験後
Na I	0.93	0.97
Na II	1.38	0.84
Na III	0.98	1.11

(10) 自覚感

ア 暑さについて

各実験工程終了時の「暑さ」感については、図1に示すとおりである。

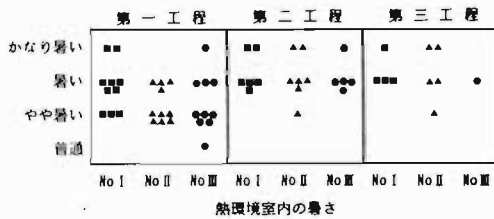


図1 熱環境室内の暑さ

第一工程終了時の熱環境室内の暑さの感じ方は、「かなり暑い」、「暑い」と回答した者は、10人中No. Iは7人、No. IIは4人、No. IIIは4人となっている。

また、第二工程終了時では、No. Iは6人中6人、No. IIは7人中6人、No. IIIは5人中5人となっている。さらに、第三工程終了時では、No. Iは4人中4人、No. II 5人中4人、No. III 1人中1人となっている。

イ 不快感について

不快感については、図2に示すとおりである。不快感をみると、第一工程終了時「かなり不快」、「不快」と回答した者は10人中、No. Iは4人、No. II 2人、No. III 1人となっているが、第二工程終了時には、No. Iは6人中4人、No. IIは7人中5人、No. IIIは5人中4人となっている。さらに、第三工程終了時、No. Iは4人全員、No. IIは5人中4人、No. IIIは1人中1人となっている。

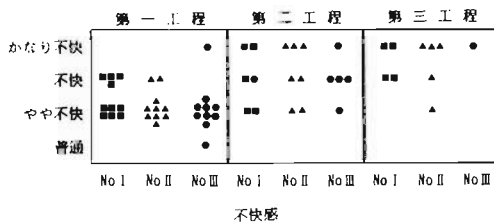


図2 不快感

ウ 苦しさにについて

歩行運動の「苦しさ」については、図3に示すとおりである。

第一工程終了時、「かなり苦しい」、「苦しい」と回答した者は、No. IIIの1人であったが、

第二工程終了時には、No. Iは6人中3人、No. IIは7人中4人、No. IIIは5人中1人となっていた。さらに、第三工程終了時には、No. Iは4人全員、No. IIは5人中4人、No. IIIは1人が回答している。

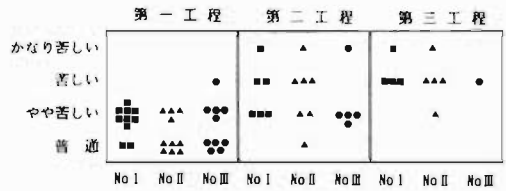


図3 歩行運動の「苦しさ」

エ 意識障害について

歩行運動中の「意識障害」については、図4に示すとおりである。

第一工程終了時、「かなりボーッとした」、「ボーッとした」と回答した者はNo. IIIの1人のみであったが、第二工程終了時には、No. Iは6人中3人、No. IIは7人中2人、No. IIIは5人中3人となっている。さらに、第三工程終了時には、No. Iは6人中3人、No. IIは5人中3人、No. IIIは1人中1人が意識障害があったと回答している。

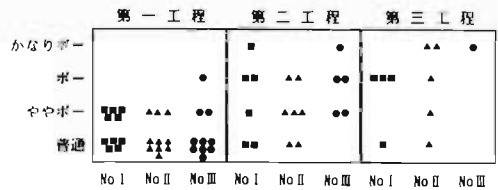


図4 歩行運動中の「意識障害」

オ 疲労感について

「疲労感」については、図5のとおりである。

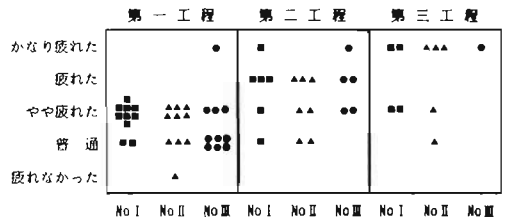


図5 疲労感

第一工程終了時、「かなり疲れた」、「疲れた」と回答した者は、No. IIIの1人のみであったが、第二工程終了時には、No. Iは6人中

4人, No. IIは7人中3人, No. III 5人中3人となっている。さらに, 第三工程終了時には, No. Iは4人中2人, No. II 5人中3人, No. III 1人となっている。

カ 水分摂取の欲求について

「水分摂取の欲求」については, 図6のおりである。第一工程終了時, 「かなり飲みたい」, 「飲みたい」と回答した者は, 10人中, No. Iは2人, No. IIは1人, No. IIIは1人であるが, 第二工程終了時には, No. Iは6人中1人, No. IIは7人中1人, No. IIIは5人のみ完遂し4人となっている。

さらに, 第三工程終了時には, No. Iは4人中2人, No. IIは5人中3人, No. IIIは皆無となっている。

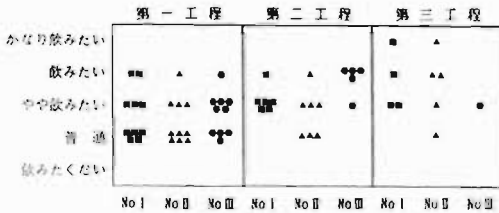


図6 水分摂取の欲求度合

キ 水分摂取量の満足感について

第三工程途中で中止した対象者の水分補給に対する「満足感」については, 表14のとおりである。

「300ccで満足」が3人, 「400ccで満足」が1人となっている。

表14 満足した水分量(cc)

	100	200	300	400	500
No. III	0	0	3	1	0

ク 水分補給後の重圧感について (No. IとNo. IIのみ)

第一工程終了後の水分補給による腹部の重圧感については, 図7に示すとおりである。

No. Iは「非常に重苦しかった」が1人, 「やや重苦しかった」が7人「普通」が1人, 「重苦しくなかった」が1人である。

また, No. IIでは「非常に重苦しかった」

が2人, 「やや重苦しかった」が2人, 「重苦しかった」が4人, 「普通」が2人となっている。

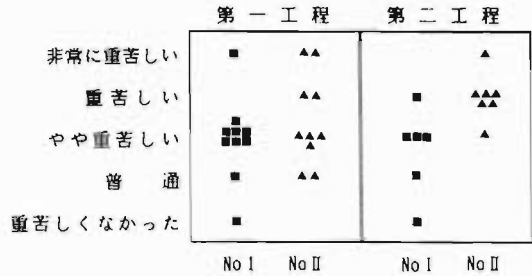


図7 水分補給後の重圧感について

6. 考 察

(1) 心拍数

第一工程終了時, 各実験とも定常状態の発現をみることなく150拍/分まで上昇している。また, 第二工程終了時には, 第一工程終了時より各実験とも約10拍上昇しており, 水分を補給したNo. I, IIに比べ, 水分を補給していないNo. IIIの心拍数がやや高くなっている。

さらに, 第三工程終了時には, 第二工程終了時よりさらにNo. I, IIは約10拍高くなっているがNo. IIIは, 若干の上昇にとどまっている。ただし, No. IIIは, 第一工程で5人(平均185拍/分), 第二工程で4人(平均182拍/分)が心拍数の限界に達するなどして実験を中止している。

次に, 心拍数を上昇させた主な原因についてみると, 運動負荷や高温暴露負荷, 精神的負荷などが挙げられるが, 運動負荷は空気消費量からみてやや軽いこと, また, 危害に対する不安が少ないため, 精神的負担は軽微であったことを勘案すると, 高温暴露による負荷が大きかったといえる。

また, 第二工程終了後の10分間の休憩時間では100拍/分以下に回復しなくなっており, 循環器系統の疲労が進んでいると考えられる。

(2) 血 圧

第二工程終了時をみると, 水分の補給を行っていないNo. IIIは, 水分を補給したNo. I, IIに比べ, 血圧がやや低くなっている。これは, 水分を補給しないための脱水状態が, 血

液の粘性を増進させ、心臓の拍出量の減少を起し、心拍数の増加に比べ、血圧の上昇が低くなる傾向が若干みられた。

また、No. I が No. II, III に比べて若干高い血圧となっており、No. I は、実験初日ということで、他に比べやや緊張したことが、精神的負担となって血圧に現れたものと考えられる。

(3) 空気消費量

各群の平均空気消費量は、実験の経過とともに、呼吸の回数や呼吸の深さが増し、増加がみられた。運動時の最大空気消費量は、一般人で約100ℓ/分といわれており、空気消費量から運動強度みると、各実験で示している30ℓ/分程度は、運動強度としては、厳しいとは言いがたい。

(4) 呼吸数

呼吸数は、空気消費量と同様に、実験時間の経過に伴って増加しており、第一工程終了時、No. I が No. II, III に比べて若干多くなっている。No. I は実験初日ということで、対象者が他の実験に比べやや緊張したことが呼吸数に影響したと考えられる。

また、対象者は、体温の上昇とともに、空気呼吸器から断熱膨張により冷却された空気を多く求める傾向が若干みられた。

(5) 体温 (口腔温度)

各実験とも時間の経過とともに体温の上昇が認められ、実験終了時に、体温が39.8°Cを記録した者もみられた。しかし、実験の違いによる相違はみられない。

一般に、体温は直腸温度によって示され、本実験で行った口腔温度より、やや高めである。また、直腸温度39°Cがスポーツを実施する場合、障害をを起こさない限度とするものが多く、このようなことからみて、本実験の対象者は、ほぼ限界近くに達していたといえる。

次に、体温を上昇させた主な原因は、高温暴露といえるが、体温の上昇を加速させたものとして、汗の蒸発を妨げ、身体をうつ熱状態にさせる防火衣や長靴が挙げられる。このようなうつ熱状態は、熱中症を引き起こす大きな原因となる。

(6) 発汗量

発汗量と体重との比率をみると、No. III は、No. I, II に比べやや高い2%となっており、脱水が進んでいることを現している。

このような発汗による脱水状態に耐えられる限界は、5.4%といわれ、条件によっても異なるが、5~10%で脱水による疲憊がおり始め、15~20%で循環不全、昏睡をきたし死に至るといわれている。¹⁾

このことからみて、最も脱水状態の進んだNo. III でもまだ疲憊(疲労困憊した身体状況をいう。)を起すには至っていない。

(7) 尿中塩分濃度

尿中の塩分は1.30~2.0%といわれており、体内水分の発汗とともに塩分が失われる。実験前と実験後の塩分濃度を比較すると、No. III が最も高い塩分濃度1.1%となっているが、各実験による差は僅少である。過去に報告されている資料では、熱中症を起こした患者の尿中塩分濃度は0.08%であったといわれており、これからみて対象者の塩分の不足は認められない。²⁾

(8) 自覚感

ア 熱環境室での暑さ

実験工程の経過とともに、暑さを感じる者が増加し、第二工程終了時各実験の対象者は、ほとんどの者が「暑い」と感じているが、実験の相違により「暑さ」の感じ方の違いはみられない。この暑さ感は、高温・高湿度のため体表面から汗が流れ落ち、蒸発による体表面の冷却が妨げられ、非常に蒸し暑さを感じたといえる。

イ 不快感

第二工程終了時、各実験の対象者の60%以上が「不快感」を感じており、No. I, II に比してNo. III がやや高くなっているが、差は僅少である。

これは、体表面から流れでた汗が防火衣を通して、外界に放出されないため、防火衣内の湿度が環境室の湿度を上回り³⁾、不快感を高めたといえる。

ウ 苦しさ

各実験とも、第一工程終了時までには、「苦しい」と感じている者は少ないが、第二工程終了時には、No. I, II は50%以上の者が

「苦しい」と感じている。NoIIIは「やや苦しい」程度にとどまっているが、NoIIIは、実験の3回目であり、慣れが大きく影響していると考えられる。

この苦しさは、本実験での負荷がRMR 3（中等度作業・放水活動に相当する）程度の負荷であることから、運動負荷強度による厳しさより、重量や高温暴露負荷による影響と考えられる。

エ 意識障害

第一工程終了時には、各実験とも「ボーとした」という者はほとんどみられないが、第二工程終了時には「ボーとした」と訴えている者が、各実験に50%以上みられる。

しかし、各実験の違いによる差は認め難い。

このように、高温環境下での長時間の活動を続けると、意識障害が徐々に現れ、時間の経過とともに、熱中症の危険が増大するといえる。

オ 疲労感

各実験とも、実験工程の経過にしたがって、疲労感を訴えている者が多くなっている。また、50分経過時には、各実験とも大半の者が「疲れた」と回答しているが、各実験の違いによる差はみられない。

本実験に用いた負荷が比較的軽い中等度の負荷（RMR 3・放水活動に相当）であったことから勘案して、環境条件が疲労に及ぼした影響は大であったといえる。

カ 水分摂取の欲求

第一工程経過時、「飲みたい」と回答した者は、各実験とも若干にとどまっているが、第二工程経過時には、No I, IIがやや増加している。

一方、NoIIIはほとんどの者がどのの渴きを感じており、水分補給の差が大きく現れている。

喉の渴きは発汗後直ちに起こるのではなく、時間の経過とともに、水分に対する欲求が発現している。

キ 水分摂取量の満足感

No I・IIとも、かなりの発汗による脱水があったにもかかわらず、100~200cc程度

の水分補給で満足している。したがって、脱水状態を防止するためには、発汗量に留意し、適時、発汗と同量の水分補給を行うことが大切である。

水分の補給率は、発汗量が600 [cc/時]以上の時には、発汗量の56~68%, 400~600 [cc/時], は64~71%, 400 [cc/時]以下の時には94~95%であるといわれており、発汗量が大きいほど補給率は低くなっている。⁴⁾本対象者の水分補給量は、発汗量の18.5~40.5%となっており、非常に少ない水分の補給で満足したと述べている。

ク 水分摂取後の重圧感

第一工程終了後の重圧感についてみると、No II (600cc) の水分補給後「非常に重苦しかった」・「重苦しかった」と重圧感を訴えた者が多く、10人中4人の者が重圧感を訴えている。

しかし、300ccの水分を補給したNo I は、10人中1人とどまっており、この程度が重圧感を与えない水分量といえる。

7. まとめ

- (1) 実験工程の経過とともに体温は上昇し、全実験工程終了時には、水分の補給の有無にかかわらず、体温は約39°Cに達している。また、この時期に至ると、心拍数は安全限界の180拍/分に達しており、生理的な限界に近づいているといえる。また、自覚アンケートからみてもこの時期には、「ボーとした」と意識障害を示した者も多くみられ、意識的にも限界であるといえる。

したがって、このような熱暴露下における1時間以上の活動では、熱中症を起こす危険が非常に大きいので、1回の行動時間を短縮などして、高温暴露時間を短くすることが安全といえる。

- (2) 高温高湿度暴露下での行動は、うつ熱状態を引き起こし、時間の経過とともに熱中症の危険が生じることとなるため、次のことに配慮が必要である。

ア 体温の降下

消火活動中の熱気に対しては、交替を早くしたり、放水の水を自らの身体に掛ける

などして冷却を図る。また、めまい・頭痛・はき気・体温の上昇など、熱中症の前兆と思われる症状に対しては、直ちに防火衣や衣服を脱ぎ、冷タオル等で体温の降下を図る。

イ 休息場所

休息場所では、水負債を防止するための水分（冷却したスポーツ飲料水のような吸収の良い水分）、塩分欠乏を防ぐ食塩、栄養補給のための食事、体温を降下させるための冷却用タオル等を備えたとともに、相当の人数が一度に休息できること。

ウ 休息時間

過去の実験で、休息時100/分以下への回復がされない場合、実験途中で中止者が多くなっている。このことから、休息時の心拍数が100/分以下に回復するのを待つて再行動することが安全で、かつ効率的である。⁵⁾

(3) 水分補給

水分を全く補給せず、実験を行った者でも300から400cc（全発汗量の50%以下）の水分補給で満足しており、次のことに留意することが、水負債を防止することになる。

ア 水分の補給は、次の行動へうつる場合に

負担にならない量で、かつ吸収効率を考え、発汗量にみあった量をこまめに(200~300cc程度)とるように心掛ける。

イ 行動中の隊員等が、いつでも活動現場で水分の補給ができるように、水分の搬送される体制を整える。

ウ 水分に対する欲求度合は、脱水時期、量等一人ひとり異なっているので、隊員等は自らの発汗に注意しながら、水分の補給を行う。

(4) 高温環境に対する今後の課題

昨年度の研究は、水分の適切な補給により、身体を内部から冷却し、消防活動の安全に期する研究を行ったが、今後は、高温下での消防隊員の安全と消防活動の効率をさらに高めるため、身体を外側から冷却した場合の効果について研究を進める。

【参考文献】

- (1) 中山昭雄「温熱生理学」1981年 p192
- (2) 三浦豊彦「暑さと健康」1985年 p99
- (3) 消防科学研究所報 第24号 1987年 p71
- (4) 中山昭雄「温熱生理学」1981年 p192
- (5) 消防科学研究所報 第22号 1985年 p82