

**CONSENSUS STATEMENT
OF THE
UIAA MEDICAL COMMISSION
VOL: 6**

Water Disinfection in the Mountains

Intended for Doctors, Non-Medical Persons and
Trekking / Expedition Operators

Th. Küpper, V. Schoeffl, J. Milledge

2012

国際山岳連合医療部会 合意文書

第6巻

山岳域における水の消毒

医師、非医療関係者およびトレッキング/旅行管理者のために

Th.クッパー、V.ショーフル、J.ミレッジ

2012年

目次

1	はじめに	2
2	定義	2
3	水に由来する感染症を避けるための原則	3
4	水を消毒するための通常的手法	3
4.1	煮沸	3
4.2	化学的殺菌	4
4.3	濾過	4
5	応急的な水の消毒	5
5.1	砂	5
5.2	炭	5
5.3	砂-炭-濾過の最適化	6
5.4	布フィルター（サリーフィルター）	6
6	その他の手法	7
6.1	オゾン	7
6.2	紫外線	7
7	不十分な手法	7
7.1	過マンガン酸カリウム	7
7.2	過酸化水素	7
8	水の安全な保管	7
9	商業登山あるいは案内人のいるグループへの特別な推奨	7
10	上述した手順についての概要	9

1) はじめに

旅行者下痢症は、おそらく旅行者が罹る最も一般的で重要な健康課題である。この症候群は発展途上地域に旅行する人の 20~70%に見られ、罹患者の行動にかなりの支障をきたし、およそ 40%の人は旅程を変える結果となる。旅行者下痢症の危険因子としては、汚染された食物の方が飲料水よりもより重要であるが、安全な飲料水が手に入るかどうか、またそれをどのように入手するかという知識は、世界中の登山者が（高所での）脱水症状を緩和し、行動の支えとなりそして危険因子（例えば凍傷、高所障害）を最小にするために絶対に必要なことである。ほとんどの場合、登山者は自分自身で水の安全性に注意を払わなければならない。というのは、水資源が安全な地域というものはそうそうないからである。この国際山岳連合医療部会の提言は、登山者に対し、山中や高所であるという状況を特に考慮して、いくつかの手法の利点と欠点をまとめ、環境をできるだけいためないよう配慮しながら、安全な水を用意する方法を助言しようとするものである。

2) 定義

- 「安全な水」とは、それが完全な無菌であることを意味しない。病原体の濃度が非常に低くて、人への健康障害（感染）が予想されない程であれば、水は安全である（=飲んで構わない）。
- 「消毒」とは、感染症を発症させる病原体を殺すか能力を失わせることである。
 - 「正規法」は安全であると認められる水を提供する水の消毒方法。
 - 「応急法」では安全な水は提供できない。何らかの理由により正規法が利用できないならば、この方法を使うしかない。
- 「殺菌」とは、すべての病原体が除かれたことを意味する。
- 「保存」（=貯蔵）とは、もとは「安全」であっても傷みやすい製品が、微生物によって被害を受ける、例えば水の再汚染のようになるのを避ける手順を説明するもの。

3) 水に由来する感染症を避けるための原則

- どんな水でも、飲料、食物または人の排泄物を扱う際には、清潔こそが「最優先課題」である！
 - 水、飲料または食品用の容器を他の物（材料）を入れる容器として使ってはならない！例えば、飲料用ビンに入っていた燃料を飲んで、重篤な中毒を起こした例が報告されている。
 - 食物、水または飲料に触れる可能性があるあらゆる器具は、きれいにしなければならない！水、飲料または食物を取り扱う前に、先ず自分の手指を洗うこと！
 - 人の排泄物は、表流水のさらなる汚染を避けるために、どんな水源でも、そこから少なくとも 30m 離して埋める必要がある。
- 最初に必要とされる安全な（処理済の）水の量は最少にすること！
 - 未処理の水でも使える作業はないのか？（例えば道具の洗浄、手のひどい汚れを洗うなど）
 - それでも、1人あたり1日 4～5 リットルの安全な飲料水が必要であると、見込んでおくべきである。
- 水の消毒方法が何種類も使えるならば、常に最も安全な方法を使うこと！
 - 「正式な処理」としては下のリストが優先される
 - 正規法が何らかの理由で実行できない場合には、「応急方法」（下記参照）を使う。ここに挙げた方法では安全な水を造ることにはならないが、かなり病原体の数（量）を減らすことができるので、これらの方法ならば水に由来する感染症の危険（リスク）を減らせる可能性が高くなる。
- 水の消毒をする人の要件：
 - 訓練を受けた人だけがきちんとした手順に従い、最後までその人が実施しなければならない。不適当な人が水の消毒を行った結果、重篤な集団感染の例が報告された！
 - その人の自身の責任において水の消毒を実行する前に、十分に経験を積んだ監督のもとで、メンバー全員に対してデモンストレーションと訓練を実行しなければならない。

4) 水を消毒するための通常の手法

山中では絶対に失敗しない方法はとれない。使用する方法に関する重要な項目についての知識は必ず具備していなければならない。水源保護が適切に行われているごくわずかな地域（例えば北ヨーロッパや大量の湧水から直接採取した水）がある一方、世界の大部分の地域では多少なりとも消毒の手続きが必要である。消毒した水を数日間保管する予定があるならば、保存の手続きは消毒方法に従わなくてはならない（下記参照）。

- **4-1 煮沸**
 - **原則**：高所での沸騰温度は海面より低い、沸騰させることでA型肝炎ウイルス以外のすべての病原微生物を殺せるので、安全な水を造ることができる（高所でのA型肝炎感染は非常に希である。しかし旅行者は、A型肝炎の予防接種を受けるべきである）。
 - **手順**：水を泡が出るまで沸騰させる（例えば1分）。
 - **利点**：単純な方法なので、失敗することは（ほとんど）ない。
 - **欠点**：1リットルの水を沸騰させるために燃料として1kgの薪木と、時間を消費する。燃料を山まで運ばなければならないか、山中で入手しなければならないので、森林伐採の原因となる。したがって、常に液体の水が利用できる状況であれば、他の手段を選択すべきである。

UIAA MedCom Consensus Statement No.6: Water Disinfection in the Mountains

- **補足意見**：手順の安全性を最適するため、すべての登山者（旅行者）は、A型肝炎の予防接種を受けるべきである。

● 4-2 化学的消毒

- **原則**：化学薬品は病原体を殺す。次亜塩素酸ナトリウムまたは次亜塩素酸カルシウムは、旅行者にとって市販品の中で最も重要な合成物である。純粋ヨウ素またはヨウ素を含有する製品は、副作用の可能性があるので使うべきではない。
- **手順**：十分な量の殺菌剤を水に加えなければならない。殺菌剤を均一にするためによく振ること。殺菌剤（製品）の指示に従い、適当な殺菌時間をおくこと。水を温める（25-30℃くらい）ことで、消毒に必要な時間を短くすることができる（10℃上昇すれば所要時間が半分になる）。
- **利点**：どんな場所でも、どんな時でも液体の水と殺菌剤があれば使うことができる。燃料が不要なので森林を伐採しなくてすむ。
- **欠点**：時間が掛かるのと多少の注意を要する。失敗の可能性としては、例えば
 - 純粋な塩素（またはヨウ素）は、いくつかの寄生虫の卵や幼虫と同様に、ジラルジア、シクロスポア、クリプトスポリジウムには十分有効な殺菌剤ではない。
 - 冷水で使う場合には、殺菌時間を増やさなければならない。例えば+2~5℃の水なら4倍の時間を要する。時間を増やす代わりに殺菌剤の濃度（量）を増やせばよいが、その場合は水の味を損なう。
 - 有機物（例えば湖などの小さな藻）を含んだ水を使う際には、殺菌のために使う実質量は増やさなければならない（2倍を要する）。一般に信じられていることとは反対に、純粋な銀イオンは水の消毒には十分ではないが、最高6ヵ月間水をきれいな状態に保つことができる。注意：あまり濃度を高くするとアルミニウム容器に点状腐食が起きる。
- **補足意見**：化学的消毒によって（特に冷たい状態あるいは有機物に対処するために高濃度で用いることで）損なわれる味覚は、消毒完了後に1リットルにつきビタミンCの粉末をひとつまみ加えることで緩和することができる。

● 4-3 濾過

- **原則**：病原体はフィルターの細孔よりサイズが大きいか、病原体表面とフィルター材との間の疎水性や静電気による相互作用のような、いくつかの作用によって除かれる。小さな粒子（例えばウイルス）は凝集形成により一部分は取り除かれる。
- **手順**：水は細孔のサイズが0.2μm以下のどんな材料でも通り抜ける。
- **利点**：訓練を受けた人なら比較的簡単な手順であるが、器材は注意して取り扱う必要がある（陶製材は壊れることがある）！液体の水が利用できれば、適当なサイズのフィルターで、大量の水（より多人数の集団のために）を簡単に造ることができる。
- **欠点**：陶製フィルターは、組み立て方に依存する利点と欠点を併せ持つ精密製品である。したがって使われているフィルタータイプについての詳しい知識は、すべての使用者にとって「必須」である。ウイルスは完全に取り除けないので、単独方法として使用するこの濾過装置では安全な水を造れない。したがって他に欠点をカバーする別な方法の長所を結合させ、化学的消毒などと併用すること。問題としては目詰まりが頻繁に生じるが、濾過のために圧力を加えないこと！フィルターから細菌を押し出すかもしれないし、出てくる水を汚染するかもしれない。その代わりに、陶器の表面をきれいにすること！その作業は仕組みがよくわかっている人だけが実行すること。濾過装置のフィルターの「安全な側」をきれいにできたと確信できたあとでも、濾過した最初一杯の水は捨てるのを忘れないこと。

- **補足意見**：単純なコーヒーフィルターは、いくつかの寄生虫の卵と幼虫を除くことができる。したがって、微生物を不活性化できないコーヒーフィルターと、バクテリアやウイルスを不活性化できる塩素の組み合わせは、山中で安全な水を造りだすとても実用的な方法である。濾過される水がよりきれいであるほど、フィルターである陶製表面を掃除することなく、より長く使うことができる。澄んだ水が入手できないなら、水を濾過する前に大部分のゴミを安定（沈殿）させるためにバケツを「そっとしておく」ことは有効である。炭を使わない濾過装置では、溶けている物質を除去できない。炭を入れた濾過装置でさえ効果は疑わしく、有効性を示すデータはない。工業所（山中の古い鉱山）や、農地が山道に隣接しているような場所では、農業（農薬）によって水が汚染されているかもしれないので避けること！

5) 応急的な水の消毒

登山者または旅行者は、殺菌剤が手元にないか、陶製フィルターが壊れた状況に直面するかもしれない。こうした場合、登山者は状況に応じてその場で水を消毒する必要がある。正規法が利用できない（「緊急時状況」）場所では、万に備えてどのような間に合わせの水の消毒法でも、活用する必要がある。こうした方法では安全な水を造れないことを指摘しておかなければならないが、病原体の数を減少させることによって、水由来の感染症の危険をかなり減少させることができる。

● 5-1 砂

- **原則**：この単純な濾過方法は、ジラルジア嚢胞または卵やいくつかの寄生虫（蠕虫）の幼虫のような大きな微生物を効果的に取り除くことができる。この微生物は有機物によってかたまりになる傾向があるので、これはコレラ菌にも対しても比較的效果がある。
- **手順**：細かい砂でいっぱいにした容器（プラスチックバッグ、バケツ...）に、非常に小さな穴（直径 4-5mm）を開ける。より細かい砂、より小さな穴、少しずつの流下により濾過効果がより高くなる。
- **利点**：単純なとても簡単な方法だが、（例えば集団のために）より大量の水を造ることができる。
- **欠点**：不安定な要素があるため、このサバイバル方法では完全な効果は得られないうえ、炭を使った濾過（下記参照）と比較して、砂だけの濾過ではより効果は少ない。
- **補足意見**：より細かい砂、より小さな穴、少しずつの流下は、濾過効果がより高くなる。できるならば以下に記す他のどの方法でも同様であるが、砂を使った濾過は化学的消毒と併用すべきである。

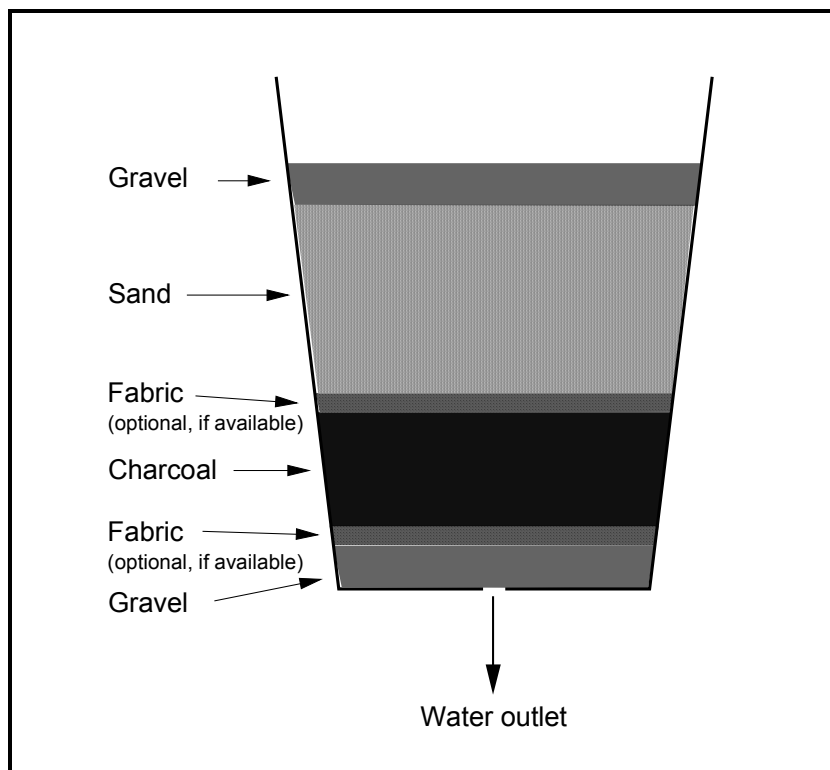
● 5-2 炭

- **原則**：「砂」の項を参照。さらなる利点：化学物質汚染、微生物、そして炭の表面の吸着性による効果（それほどでもないが）によるウイルスの減少。
- **手順**：焚き火などによって得られた炭を細かく砕いて、容器（ビニール袋、バケツ...）にいっぱいにする。容器の水穴が小さければ（直径およそ 4-5mm）、炭の吸着効果によって漉し出された水が出てくる。穴をより小さく、ゆっくりと流下させれば濾過効果はより高くなる。
- **利点**：単純で簡単な方法により、（例えば集団のために）より大量の水を造ることができる。
- **欠点**：砂だけを使った濾過でも述べたように、炭を使った濾過によって完全な効果が得られるわけではない。
- **補足意見**：小石や細かい砂の層を先に容器の中に入れてしまうと（炭を後から入れる）、炭で水を濾過したことになる。細かい砂と小石を炭の後から入れることで、

容器に水を入れたときに炭が「浮かび上がる」ことを防止できる。この仕組みをいつでも最高の状態にしておくためには、炭を4日おきに換えなければならない。

● 5-3 砂-炭-濾過の最適化

- 原則：砂と炭を使った濾過の組み合わせ
- 手順：いくつかの層で濾過効果を重ね合わせ、炭が浮かび上がるのを防ぐ。装置を図1に示す。
- 利点：砂または炭だけを使った濾過だけと比較して、組み合わせることで有効性と安全性が高まる。単純で簡単な方法により、（例えば集団のために）大量の水を造ることができる。
- 欠点：上記のように、完全な効果が得られるわけではない。
- 補足意見：この装置は、泥水のプレフィルタリング（濾過前処理）として陶製フィルター（上記参照）が泥などで汚れるのを防ぐために使うこともできる。炭だけを使った濾過でも述べたように、この仕組みは濾過をできる限り最良にしておくため、4日おきに（炭を）換えなければならない。



Gravel 砂礫 Sand 砂 Fabric 濾布 (optional, if available) (もしあれば追加) Charcoal 炭 Water outlet 水の流出口

図 1：最適化された炭 - 砂 - フィルター

● 5-4 布フィルター（「サリーフィルター」）

- 原則：この処理ではジラルジア嚢胞、また卵やいくつかの寄生虫（蠕虫）の幼虫のような大きな微生物を効果的に取り除くことができる。こうした微生物は有機物によりかたまりを造る傾向があり、かたまりが布の孔の最大直径を上回るので、この方法はコレラ菌に対しても効果的であることが証明された。
- 手順：水をしっかり（密に）編まれた布の何層かで濾過すること。
- 利点：単純で簡単な方法により、（例えば集団用に）大量の水を造ることができる。

UIAA MedCom Consensus Statement No.6: Water Disinfection in the Mountains

- **欠点**：砂だけの濾過でも述べたように、炭を使った濾過のような完全な効果を得ることはできない。コレラ菌については菌の99%が減少したとの報告がある。
- **補足意見**：布がより密であるほど濾過効果が高くなる。したがって古い布は目が詰まっているので新しいものより効果がある。

6) その他の方法

- **6-1 オゾン**：オゾン発生装置は旅行や登山に携帯するには、あまりにも重いうえに大きい。しかしこうした装置は、世界のさまざまな場所で、旅行者や地元の人に安全な水を供給している（例えばアンナプルナ回廊など）。
- **6-2 紫外線**：オゾンについては上記で述べたように、世界各地で地元の人や旅行者に安全な水を供給するための固定装置が導入されている。こちらは各種の携帯装置がある（例えば「SteriPen」）。いくつかの研究は進められている（Timmermann L. et al.）ものの、現在のところ操作や安全性について行われた調査は、文書として具体化はされていないので、委員会として十分なデータが得られるまでは、注意を払って使う以外には推奨するという結論には至らなかった。どんな場合でも上記にある通常の手法が使えるのであれば、それが第一選択である。

7) 不十分な手法

- **7-1 過マンガン酸カリウム**：製品の味覚を変えない濃度で使うとしても、過マンガン酸カリウム（ KMnO_4 ）は安全な水または食物にするために用いることはできないし、推薦もできない。さらに副作用として、過マンガン酸カリウムは舌と歯を茶色に変色させる。
- **7-2 過酸化水素**：過酸化水素（ H_2O_2 ）は、バクテリアに対して効果的である。しかし H_2O_2 は非常に不安定なために分解しやすい。したがって山で使うときに十分な濃度を保証できない。過酸化水素はウイルスに対して効果的ではないし、原生動物に対するその効能は不明である。

8) 水の安全な保管

（温度にもよるが）何時間あるいは何日間か保管され殺菌剤が残っていなければ、どんな水でも再度汚染されて安全でなくなる。だから保管（状態）が大切である。**銀イオン**はいくつかの微生物を不活性化させるが、これは細菌の増殖を妨げることが特長であり、水を最大で6カ月間きれいに保存できる。銀イオンと比較すると塩素はより不安定でその効果は短くなる（温度により1～2日）。もちろんきれいな容器は必須要件である。市販されている多くの製品（消毒薬）は、次亜塩素酸塩と銀を両方とも含むので、寄生虫の嚢胞と卵を除けばこれらは山中ではどんな水にも適合し、また嚢胞と卵は濾過が簡単にできる（上記参照）。

9) 商業登山あるいは案内人のいるグループへの特別な推奨

登山者は自分自身に対して責任があるのはもちろんであるが、顧客に登山やトレッキングあるいは遠征を提供するあらゆる組織は、その顧客に対して特別な責任を持つことになる。この責任は法律によって規定される。以下の原則はドイツと欧州の法律に従っているが、他の国にもこれと類似あるいはほとんど同一の規定がある。

管理運営された登山またはトレッキングでは、安全な水の提供はトレッキング主催者の責任となる。この責任は厳格であり法律による裏づけがある。例えば標準的操作手順（SOP）などは、主催者の安全理念の肝要部分である。主催者が熟知し遵守しなければならない最も重要な法規は、以下の通りである：

UIAA MedCom Consensus Statement No.6: Water Disinfection in the Mountains

- 人間が使うことを目的とした水では、濃度的に（量的に）病原微生物を含まなくても、人間の健康障害を引き起こすことがある。
- 安全な水の規準に達していない水は処理（消毒）をしなければならない。
- 人の健康を損なうかもしれないやり方で、他人に供する飲料水を生産する行為は法律によって禁じられており、個人は罪に問われる。給水設備を設置するどんな企業または所有者でも、基準を満たさないで他人へ飲料水を供給すれば、最高2年間の禁固刑か、その国の法律に従って罰金刑に処せられる。法律によって規定される濃度以上に塩素などの添加物を加えれば、どのような企業でも給水設備の所有者は同様に起訴される。
- 法律が規定する「水供給施設」とは、飲料水を手に入るあらゆる装置あるいは手順で、各使用段階のシステム（例えば旅行の間に使用されるどんなシステム）が含まれる。

UIAA MedCom Consensus Statement No.6: Water Disinfection in the Mountains

10) 上述した手順についての概要

手法	危険性の有無 (安全)				注
	ウイルス	細菌	シスト (ジラ ルジア、アメ ーバ)と蠕虫 の卵	クリプトスポ リジウム	
煮沸	+ ¹	+	+	+	燃料消費/森林伐採
薬品による消毒 ⁶	+	+	(+)	+ ²	もし水温が低かったり有機物が混入している場合には危険性がある ⁷
陶器による濾過	(+) ³	+	+	+ ⁴	特定の失敗/限界
薬品による消毒+ 陶器濾過	+	+	+	+ ^{2,4}	高所における唯一の安全な手法
砂濾過	-	(+) ³	(+) ⁵	n.d.	細かい砂とゆっくりとした流下が必要
炭濾過	-	(+) ³	(+) ⁵	n.d.	ゆっくりとした流下が必要
砂+炭濾過	-	(+) ³	(+) ⁵	n.d.	細かい砂とゆっくりとした流下が必要
布濾過	-	(+) ³	(+) ⁵	n.d.	より目の詰んだ布が濾過の効果を高める

(+ : 安全 ; (+) : 安全ではあるが限界あり、脚注参照 ; - : 危険 ; n.d. : データなし)

脚注

- 1 : 注意 : A型肝炎 (ウイルス) は完全に不活性化できないかもしれないが、
手法はA型肝炎の予防接種をしている登山者にとって安全である(詳細は本文参照)
- 2 : 高濃度で一定させる必要がある
- 3 : 安全ではないが、微生物の量を減らすことができる
- 4 : 1µm 以下の細孔サイズが必要
- 5 : 「ほとんど安全」(微生物は 100%まで除去、しかし嚢胞と卵の排除は保証されていない)
- 6 : 塩素化合物を加える
- 7 : より長時間の消毒が高い濃度の消毒剤を必要とする(詳細は本文参照)

国際山岳連合医療部会委員

C. Angelini (Italy), B. Basnyat (Nepal), J. Bogg (Sweden), A.R. Chioconi (Argentina), W. Domej (Austria), S. Ferrandis (Spain), U. Gieseler (Germany), U. Hefti (Switzerland), D. Hillebrandt (U.K.), J. Holmgren (Sweden), M. Horii (Japan), D. Jean (France), A. Koukoutsis (Greece), J. Kubalova (Czech Republic), T. Kuepper (Germany), H. Meijer (Netherlands), J. Milledge (U.K.), A. Morrison (U.K.), H. Mosaedian (Iran), S. Omori (Japan), I. Rotman (Czech Republic), V. Schoeffl (Germany), J. Shahbazi (Iran), J. Windsor (U.K.)

UIAA MedCom Consensus Statement No.6: Water Disinfection in the Mountains

推奨の経緯：

多くの登山者が抱える課題での実際の知識不足または、もっと正しい知識を得たいという希望に関し、国際山岳連合医療部会は、2006年にスノードニアにおける会議で、特別な推奨を策定することを決定した。ここで発表するバージョンは、2008年にアドルシュパフ（ズドノフ／チェコ共和国）で開かれた国際山岳連合医療部会の会議で承認されたものである。

さらにこの提言集は、2012年7月にカナダのウィスラーで開かれた年次総会で最新版に更新された。