

## 低体温症についての新しい知見

金 田 正 樹（日本山岳ガイド協会特別委員）

### 偶発性低体温症

人は36℃台の体温で正常な日常生活をおくっている。

生命を維持する臓器である、脳、心臓、肺、消化器などの温度を深部体温という。

体表温度ではなくこの深部体温が35℃以下に下がった状態、これを「低体温症」という。

体温は人為的にも下げることができる。現在の医療現場では脳障害に受けた患者に脳の障害の進行を止めるために脳低温療法が全身麻酔下に水冷式ブランケットなどを用いて体温を31～33℃ぐらいに下げ、脳代謝機能を低下させ脳細胞の破壊を抑制する目的で日常的に行われている。脳出血、脳梗塞、心肺蘇生後脳症などがその治療法の適応になる。

あの元サッカー日本代表のオシム監督が脳梗塞で倒れた時に早期からこの脳低温療法を行いほとんど麻痺になることなく回復得られたのもこの治療法を受けたからである。

また筆者は1960～70年代にかけて行われた低体温麻酔法を経験している。

全身麻酔下に神経遮断薬を用いて氷水で体温を20℃ぐらいまで下げ、40分ほど心停止にし、その間に先天性の心臓中隔欠損症などの手術をする。手術終了後には温水を手術槽に入れて復温する方法でももちろん脳障害を残す事もなく回復する。当時はまだ低体温の病態生理に不明なことがあり、動物実験を平行して行われていた。体温20℃の皮膚はまるで氷に触っているような感覚だったことを鮮明に覚えている。平行した動物実験では低体温中の酸塩基平衡の測定

を行っていたので「山で起こる低体温症」がどうい  
う状態で進行し、生体がどのように変化して行く過程は推定できた。

山で起こる低体温症は天候の急変など起こることが原因であるためこれを「偶発性低体温症」accidental hypothermiaという。

### 1. 低体温症はどのようにして起こるか？

人は恒温動物であり常に一定の体温を維持しているが、外気温が下がるとこれに反応し、末梢の血管を収縮して熱を逃さないようにする。

では人の熱とは何処で作られ、どのように末梢まで行き届いているのか？

人の熱は骨格筋の収縮運動で作られ、筋肉内に網の目のようにはりめぐらされた血管の中にその熱を移行されて血液の温度が保たれ、全身の温度を一定にしている。ではこの熱になる源は何か？エネルギーは食物で、私たちが食べた食物は体内に脂肪やグリコゲンとして貯蔵されるが、これが筋肉運動のガソリンになり、食べた物の80%は熱に代わる。この中でも一番先にエネルギーになるのが炭水化物（糖質）、脂肪、タンパク質の順に燃えて熱エネルギーになる。

人が熱を失う現象は放射、対流、伝導、蒸発の4つ。対流とは「風」のことで体温を下げる要因として最も大きな影響となる。

例えば、風雨の強い稜線上にいたと過程すると、雨で濡れた衣服に風があたり放射、伝導、蒸発に強い対流が加わり体温はどんどんと逃げる。寒いからフリースを着たり、雨具を着たりしてこの環境に対

応しようとするが、人体内ではまず末梢血管を収縮させて体温の放射をより少なくし、血流量の減少した手足などの末梢は体表温度が下がり、冷たくなる。しかし生命維持機関である脳や心臓の深部温度は下がらない。それでも環境が悪く体温を下げる条件が深まり深部体温が35℃になってくると血管の収縮だけでは体温の管理ができず、末梢を犠牲にしてまでも深部体温を保とうとする。そして全身の骨格筋を震わして熱を作り出そうとするのが34℃台でくる全身性の震えであり、この時深部温度はすでに35℃を割ったことになるが、この時に環境をかえなければ低体温症は進行してしまう。

震えが唯一自覚できる低体温症の症状であり、さらに体温が下がり始めると意識障害となり、以後症状を自覚できなくなるのが低体温症の怖さである。

表1は体温と症状の関係を示しているが、これを覚える必要はなく、山中で真っすぐに歩けない、全身性の震えが来た時は低体温症の発症し、重症度、緊急度の高い状態であると認識しておかなければならない。

表1 体温の低下とそれぞれの症状

36℃	寒さを感じる。寒気がする。
35℃	手の細かい動きができない。皮膚感覚が麻痺したようになる。しだいに震えが始まってくる。歩行が遅れがちになる。
35～34℃	歩行は遅く、よるめくようになる。筋力の低下を感じるようになる。震えが激しくなる。口ごもるような会話になり、時に意味不明の言葉を発する。無関心な表情をする。眠そうにする。軽度の昏睡状態になることがある。判断が鈍る。
●山ではここまで。これ以前に回復処置を取らなければ死に至ることがある。	
34～32℃	手が使えない。転倒するようになる。まっすぐに歩けない。感情がなくなる。しどろもどろな会話。意識が薄れる。歩けない。心房細動を起こす。
32～30℃	起立不能。思考ができない。錯乱状態になる。震えが止まる。筋肉が硬直する。不整脈が現れる。意識を失う。
30～28℃	半昏睡状態。瞳孔が大きくなる。脈が弱い。呼吸数が半減。筋肉の硬直が著しくなる。
28～26℃	昏睡状態。心臓が停止することが多い。

山での低体温症者が生存救助され、病院に収容され意識の回復、蘇生された人の記録は少ない。低体温症になっても下山して体温が回復した時には帰宅しているので、病院収容時の血液のデータなどが

極めて少ない。

著者が集めた10例以下のデータによると血液検査において共通する異常値は「白血球の増加」「酸性血症」「肝機能の中等度高値」「筋肉の酵素クレアチニンキナーゼの高値」がみられた。すべて体温下降による臓器の機能低下によるものであるが、生体防衛反応としての白血球の増加、肝機能の低下による酸の排出低下による酸性血液、震え、耐風姿勢など骨格筋の過度な姿勢などにより筋肉内酵素が増えると推定されるが、これはデータ数の少なさからあくまでも推定の域を脱しない。

## 2. 低体温症の起こる条件

低体温症は必ずしも厳しい寒さの条件がなくとも雨、風、疲労、カロリー不足、衣服、防寒などの条件によっていつでも季節に関係なく起こる。

一定の条件さえ整えば人の深部温度は下がる。冬山は乾いた寒冷（乾性寒冷）により遭難などで低体温症になることがあるが、夏山は湿性寒冷で濡れた衣服に強風が加わると加速的に体温が下がり急性の低体温症を起こす。体温を下げる対流「風」の強さは耐風姿勢など取るために消費エネルギーは風の無い時の2倍以上になり、体温を奪われると体温産生の熱エネルギーも必要になってくる。吹雪の稜線、強風雨の稜線は低体温症になる条件が整いやすい。過去の低体温症の起こった山の気象条件によれば、気温10℃以下、風速10m/秒、雨または雪の時に起きている。また春や秋に起こる疑似好天時の過冷却雨の「雨水」は雨が人体に接触すると同時に急激に体温を奪い低体温症になる。

2012年5月4日に起こった白馬岳での遭難ではこの「雨水」と遭遇し、急激な体温下降で6人全員が2時間程度で死亡している。上空で雪であったものが中間層に0℃以上の空気層のために冷たい雨にな

## 1. 登山技術に関する調査研究

りこれが地上に下りた瞬間に氷化する現象が「雨氷」で、稜線上など風が強い状況では最も低体温症を起こしやすい。こんな事例もある。暑い夏山でアプローチが急登で汗びっしょりの状態で脱水ぎみになりながら稜線に着いた。しかし、稜線上では風が強く、気温も10℃近くになる天候だった。汗で濡れた衣服の身体は風で急激に体温が下がり、震えだし歩行困難になったケースがある。はじめは熱中症のような疲労感を覚えながら稜線上では急性な低体温症になったと思われる。山小屋に収容できたので一命をとりとめが、熱中症から低体温症にもなりうるということがあり、登山中の体温調整がいかに大切か教えてくれたケースである。

### 3. 低体温症はなぜ意識障害が先にくるのか？

人間の血液量は体重の8%ぐらいある。50kgの人であれば4000mlぐらいでその20%は脳にいく量である。脳は身体の中でも最も酸素を消費する器官であり、酸素不足になったら最も弱い器官でもある。

人間の体温は骨格筋で作られ、その熱は血液の温度となって全身を駆け巡る。

体温が36℃台であれば、その温度で血液中の赤血球内のヘモグロビンと酸素が肺で結合して身体の隅々まで運ばれて各器官、組織でヘモグロビンから酸素が遊離し供給され、ヘモグロビンだけがまた肺に戻ってゆく。この繰り返しが血液を通して酸素を送るシステムになっている。

ところが、低体温症になって血液の温度が下がるとヘモグロビンから酸素が遊離しにくくなって、酸素を最も消費する脳は酸素不足に陥る。

酸素供給量の少なくなった脳はスローな働きになり意識が薄れてくる。深部体温が33℃になった頃には脳の酸素不足の意識障害になってくる。しかし、医学書には33℃は軽度低体温症と書いてあるが、こ

れは病院に到着時の温度であって山の中であれば意識障害がきて自分で防御できない重度低体温症である。

脳が酸素不足になれば、眠気を誘い、言語不明な言葉を発し、ヨロヨロと真っすぐに歩くことができない状態になってしまいます。

真っすぐ歩けない、全身性の震えが起こっている状況は34℃台であり、この時に体温下降を止める何らかの手段を取らなければ症状は進む。急性の低体温症では体温が加速的に15分で1℃下がる場合があり、この状態では時間的猶予はないと考えた方がよい。

低体温症になる環境にいれば、条件によっては発症してから2時間で死亡してしまう。特に単独登山の場合はその防御法が取れず死亡する例が多く、グループ登山であっても意識の薄れが何で起こっているのか自覚できないのであれば症状は悪化してしまいます。

従って、登山者は低体温症の知識をしっかりと持っていることが重要で、その発症する条件を覚えておくことが大切で、意識障害が早期にくることを充分に認識しておくべきである。

### 4. 低体温症からの防御

低体温症の実態からその防御方法を学ぶには低体温症からの生存者からの聞き取り調査の中にそのヒントがある。

2009年7月16日に北海道大雪山系トムラウシ山で遭難した生存者からのインタビューからはそのヒントが多く得られた。

この遭難の最大の原因は悪天候の中を出発したことにつきだが、中高年の登山者達は荷物の軽量化のため食糧のカロリー数が充分では無かったのも大きな要因であった。もう一つは強風下での待機（約1

時間)で体温が加速度的に下がったために大量遭難を起こしてしまった。

生存の原因は3つある：

1) 体力があり歩き続けた人

しかし、これは決して感心した行動ではない。パーティーがバラバラになってしまい先を急いだが彼らの後方では悲劇がおきていたし、誰も下りのルートは知らなかったわけで、道迷いになる可能性もあった。

2) ビバークして体力を温存できた人

遭難地点の北沼周辺で意識障害となった人たちをたまたま近くにあったテントに収容して生存した人達がいる。これはビバークでツェルトを張って悪天候を避けたと同じ状態で、このテント内に収容された意識障害のあった人が意識の回復し、生存している。

3) 熱源となるカロリーを補強した人

意識が朦朧としてもう歩けないと道端でビバークした人が生存している。

ザックから断熱マットを取り出し、それに座って寝袋をかぶり、ポシェットからチョコレートを出して食べたら意識がはっきりしだしたと証言している。チョコレートという高カロリー源が熱を作り始めたために生気を取り戻したものとおもわれる。

同日同じコースをたどったもう一つのグループ登山者の1人がやはり低体温症になり歩くことがままならない状態であったが、仲間が差し出したテルモスのお湯と非常食を食べたことによってこの症状を脱して下山している。

夏山はどうしても冷たい飲み物を飲用しがちだが、北方や3000m級の山の登山には夏でも小さな保温用水筒の持参を勧める。

低体温症にならないためには、体温を奪う現象

「放射」「蒸発」「伝導」「対流」を防ぐ方法を取ればよいが、もう一つ重要なことは体力を温存することと熱カロリーを補給することにある。

「放射」には防寒具、雨具、「蒸発」には乾いた下着、「伝導」には断熱マット、「対流」にはツェルト、ビバークなどで対処することが基本になる。

天候の変化に合わせて早め早めのこれらの処置をとると共に天候が悪い時は好天時より高カロリーの食べ物を頻回に取らなければ体温を産生するエネルギー不足になってしまう。

低体温症の防ぐにはまず「低体温症が起こるメカニズムとその条件」を登山者は知っておくべきである。

自分や仲間がその兆候になる症状は「真っすぐ歩けない」「全身性の震え」が唯一の自覚症状であり、この症状をすぎると意識障害へと移行していくのでここが防御する重要なポイントになることを自覚することが大切である。

## 5. 低体温症者に遭遇したら

低体温症には急激に体温が下がる急性タイプと徐々に下がる亜急性タイプがあるが、加速的に下がる体温を止めることができなければ2時間という短時間に死亡し、このような急性のタイプは山中でこれを救うことは困難である。

徐々に体温が下降する低体温症は血液の温度も徐々に下がり、次第に重要臓器の温度も下がるためにその代謝も低下してゆく。例えば脳の酸素消費量は体温が下がって行くと共に減ってしまっても生存できる。最初に脳低体温療法を説明したように低温になると脳細胞は守られたようになり心臓が徐脈になっても生存できる。金魚鉢の水の温度を冷たくしてやると金魚は動きが鈍くなるが再び温度を上げてやる

## 1. 登山技術に関する調査研究

と再び金魚は勢いよく泳ぎだすのと同じ現象である。

もし低体温症者に遭遇したら、発症からの時間経過の推定とバイタルサインの評価が大切である。呼びかけてみる、身体に触って体温の程度をみる、頸動脈を触れてみる、呼吸状態をみる、瞳孔をみるなどで生存かそうでないかを判断するが決して死の判断を早めることをしてはならない。時間経過が長時間におよんだとおもわれ、バイタルサインが無いものは生存の見込みがないかもしれないが、時間経過が短いバイタルサインがあるものは保温、時に蘇生を試みるべきである。

心肺停止になった低体温症者でも搬送救助のメドがたっていればなおさらである。保温と蘇生を現場で長く続けてから生存、死の判断をした方が良い。

体温下降が徐々に起こった者は全体の代謝が下がっているために生存する可能性が高いことを認識しておきたい。

最後に、山で起こる低体温症の病態生理などまだ解らないことが多いが、登山者は季節に関係なくその気象、身体条件を整えば何時、何処でも起こりうることを充分認識して登山していただきたい。

### 参考文献

- 1) 金田正樹 山で起こる低体温症 岳人11月号 2013
- 2) 金田正樹 山で起こる低体温症 岳人12月号 2013
- 3) 金田正樹 無雪期に起こる低体温症 山岳文化 2012