

## 調理器具

ヒトは火を使う唯一の動物だ。そして火を使うことにより暖をとったり、様々な食材を食べることができるようになった。オール電化の家で育った子どもたちは、始めて炎を見た時、何を思い何を感じるのだろうか。初めての火を使わない世代の誕生は、人類をどう変えるのだろうか。しかし、今でも山での調理や暖房には直火のストーブが使われているので、新たに火を使わない調理器具、暖房器具が発明されない限り、動物のように火が恐くては山で生活出来ない。近未来、火に慣れ、扱う技術の習得が、登山技術入門の第一歩になるかも知れない。

登山では、鍋やフライパンやストーブを使い暖房をしたり、食事を作ったりする。それらは持ち運び用だから、取っ手が小さくまとまり軽量に作られている。このようなものを作るのは日本のお家芸であり、アメリカでは家庭用かと思うほど頑丈で重いものが多い。

調理器具としての性能は、軽さと反比例することが多い。軽量なものに家庭用の基準を当てはめれば、多くは粗悪品とさえいえる。だから、その収納性、コンパクト性、軽量さと調理器具としての性能のバランスをどう考えるか、折り合いをどこでつけるかが評価、判断の基準となる。

最近、コッフェルというとチタンかのようになったのは、軽量さとその語感のよさに比重を置いた結果だ。

コッフェルやストーブは家庭用と比較してべらぼうな価格だ。他の登山用品でこれほどの格差のあるものは存在しない

### チタンコッフェル

チタンは、地球上で四番目に多く存在する実用金属。一位はアルミニウム、二位は鉄、三位はマグネシウムである。以前は航空機を中心として使用されていたが、冷戦の終結による航空宇宙産業、軍事産業の縮小に伴い、チタンの生産力は過剰となり安価に一般市場に回るようになったという。そこで様々なチタン商品が開発されるようになった。純チタン板の価格は1g当たり3～4円(鈴木敏之、森口康夫、『チタンのおはなし』、日本規格協会、95年、126頁)、チタン合金はその3倍くらい。

ふつうチタンは強いといわれる。しかしチタンといっても、コッフェル等に使われる純チタンは、18-8ステンレスやテントポールに使われる7075超々ジュラルミンの半分程度の強度しか持

たない。ところで強さあるいは強度とは、一般に引張強さのことをいう。つまり材料を引っ張り破断するまでに得られる、最大の単位断面積当たりの力、つまり応力だ。『テント』の「ボール」の項に説明があるので参照して欲しい。

各素材の強度は、加工方法等により相当な幅があるが、下記程度だろう。

	引張強さ	耐力(kgf/mm <sup>2</sup> )
純チタン (JIS 1種)	30	19
18-8 ステン (SUS304)	59	29
純アルミ (1100-0)	10	4
アルミ合金 (5052-0)	20	9
銅	22	7
アルミ合金 (7075-T9)	68	61

コップェルに使われるチタンは軟らかく伸びの大きな JIS 1 種、アルミは純アルミかアルミ合金 (5052-0) だ。"-0"は焼き鈍しをしたもっとも軟らかい材料であることを示している。

強いといわれるチタンは、例えば 6-4 チタンや 3-2.5 チタン等のチタン合金である。6-4 チタンであればクロムモリブデン鋼等の高張力鋼に匹敵する強度を持ち、アイゼンやピッケルにも使用できるほどだ。3-2.5 チタンは、本来航空機の油圧パイプ用材だ。

現在、その軽量さからチタンのコップェル、シェラカップ、スプーンを使用している。スプーンがミゾー製以外全てエバニュー製だ。

以下は初期タイプ(板厚 0.4mm)のデータ。00 年からは内側がテフロン(05 年からシリコンセラミック)加工された 0.4mm モデルと、軽量 0.3mm モデル(UL)の 2 タイプになっているが、現在でも多くのメーカーでは 0.4mm を採用するところが多い。

UL タイプの本体の肉厚は 75 % になっているにもかかわらず、重量が 85 % もあるのはフタに 0.4mm のものを使っていること、取っ手等と同じものを使っているためだ。フタも 0.3 mm にすべきだろう。リブを入れても不安を覚えるほどの剛性感のなさは極限的で、はかなささえ感じさせ芸術的である。本体の縁に注ぎ口用の出っ張りがつけれ、本体の横には容量の刻みが入れられ使い勝手もよくなった。テフロン加工は食品がこびり付きにくい、数 g 重くなり、しばらくで剥がれて汚らしくなってくる。少なくとも調理しない場合は全くメリットがない。

	直径	深さ(mm)	本体	フタ	総重量(g)
600mL コップ	124	52	80	32	112
900mL コップ	136	64	101	36	137
1300mL コップ	150	77	122(96)	42(43)	164(139/UL)
900mL 深型コップ	110	95	111	48	159
(フライパン式フタ)					
セラカップ FD(310mL)	110	45			45
スプーン	長さ 162	(ボール容量 7 mL)			15
US 軍用スプーン	長さ 190	(ボール容量 17mL)			43

例えば 900 と 600mL のコップセットは、同等容量のアルミコップより 100g くらい軽い。しかしこの軽さは、素材の差ばかりでなくデザインに大きく依存している。アルミのものには本体取っ手にステンレスで厚く断熱材が張りつけてあり、フタにも大きくしっかりしたプラスチックのつまみがついている。そこでアルミとチタンそれぞれの本体部だけの重量を、実際使われている厚さのもので比較すると、

直径 136、深さ 64mm、900mL の本体の場合、円筒に底をつけた単純な形と考えると表面積は  $418\text{cm}^2$  となり、600mL の本体は  $339\text{cm}^2$  となる。

そこでそれぞれの重量を比較すると、

	密度	厚さ(mm)	重量(g、重量差)
$418\text{cm}^2$ チタン	4.5	0.4	75 (0)
$418\text{cm}^2$ アルミ	2.7	0.8	90 (+15)
$418\text{cm}^2$ ステン	7.9	0.4	132 (+57)
$339\text{cm}^2$ チタン	4.5	0.4	61 (0)
$339\text{cm}^2$ アルミ	2.7	0.8	73 (+12)
$339\text{cm}^2$ ステン	7.9	0.4	107 (+46)

となり、チタンとアルミの重量は、900mL と 600mL 合わせて 27g の差になる。思いの外小さな違いだ。実際にコップとして使用している厚さの材料自体の重量差以上に、取っ手等の細かなところでの減量によりチタンのコップは軽いといえる。

コップに使用されるアルミの強度はチタンの半分以下だが、調理用具としての強度は十

分だ。アイゼンやピッケルとは違う。アルミの 0.8mm 厚の普通のコッフェルでも、たとえペコペコになると壊れたという話は聞かない。そして重いが一番強いコッフェルはステン製ということになり実感とも合致する。

またチタンのコッフェルは他の素材のものとは比べ、本体口の部分が大変軟らかくバネのようで不安を覚えるが、同様に実際の使用には何ら差し支えない。

物を作る場合、その材料の強度とともにヤング率を考えなければならない。ある材料に荷重を加えると変形し、荷重を除くと元に戻る。そのような性質を弾性といい、加えた荷重に対する変形量は材料によって定まっている。その変形率のことをヤング率といい、それが大きければ加えた荷重に対し変形しにくい材料ということになる。ヤング率は強度とは独立の性質である。そしてアルミ、鉄、チタンといった金属の場合、強度の高いものでも低いものでも、ベースになっている金属が同じであればほぼ同じだ。アルミ、ステン、チタンのヤング率はほぼ密度に比例している。材料の性質については『テント』の「ポール」に詳しく記してあるので参照して欲しい。

ここでアルミ、ステン、チタンの同じ肉厚の板に荷重を加えれば、そのたわみ量はそれぞれのヤング率に反比例する。それぞれの重量は密度に比例する。つまり密度に反比例してたわみの大きさが決まることになる。

実際のアルミコッフェルは、チタンやステンの二倍の厚さを持っている。そして、たわみの大きさはヤング率  $E$  とその断面二次モーメント  $I$  の積に反比例している。また、板の場合の断面二次モーメント  $I$  は厚さの三乗に比例する。そこでアルミは他の 8 倍の値になる。たわみの大きさはヤング率  $E$  と断面二次モーメント  $I$  の積に反比例するので、アルミ、ステン、チタンの板は 1 : 2.7 : 5.1 の比になる。ステンがチタンより大変堅く感じるのもっともだ。アルミはしっかり感じられるものへこみやすいのはその耐力の低さによる。チタンは耐力が高いのでフニャフニャしてもバネのように戻り問題はない。

つまりアルミといっても実際使用している厚さでは、へこみやすいものもしっかりしたものとなる。傷つきやすさはまた別問題だ。

ところで実際の調理用品、コッフェルに必要な性能にはどのような性質が必要だろうか。煮込みには熱容量の大きなものがよいかもしれない。湯沸かしとしては熱伝導率のよいものであろうか。山用としては、全てを兼用することもあり調理用品として一番大切な性質、熱伝導率のよいものということになる。

各金属の熱伝導率、比熱は(神戸製鋼、<http://kobelco.co.jp/titan/characteristic/index.html>)、

	密度	比熱(cal/g/ )	熱伝導率(cal/cm/s/ )
純アルミ	2.7	0.21	0.48
純チタン	4.5	0.12	0.041
18-8 ステン	7.9	0.12	0.038
鉄	7.9	0.11	0.15
銅	8.9	0.093	0.91
6-4Ti	4.4	0.12	0.018
7075	2.8	0.23	0.29

熱伝導率は1cmの幅を1の温度差で、1cm<sup>2</sup>の面積に1秒当たり流れる熱量。氷は0.005、水は0.0014、空気は0.00005。普通の岩石は氷と同じ0.005、水の4倍、空気の100倍も熱伝導率が高いので冷たく感じるはずだ。ガラスは水と同じ0.0014、空気の25倍の熱伝導率。プラスチックはおおよそ0.0005と、空気の10倍、水やガラスの1/4、岩や氷の1/10の熱伝導率だからプラスチックのレンズは曇りにくく、ガラスのレンズは曇りやすい。

アルミの熱伝導率は銅の1/2、チタンやステン鋼の10倍、岩や氷の1000倍、空気の1万倍くらい。銅は熱伝導率が高いのもっともよい鍋の材料といわれる。銅の強度は、チタンやステンよりはるかに弱くアルミよりは強い程度だ。しかしアルミと銅の強度の比は密度の比よりはるかに小さいので、アルミの肉厚を増せば弱いという欠点をカバーできる。ちなみに、ダイヤモンドは固体中一番熱伝導率が高く、銅の4～5倍だ。チタンの次は人工ダイアモンドのコーフェルが、外側ダイアモンドコーティング、内側テフロンコーティングの最強コーフェルが開発されるかも知れない。

比熱は、1gの物体を1上げるのに必要な熱量だ。おおよそ水は1、氷は0.5、岩石は0.2、ガラスは0.1～0.2、プラスチックはその2～3倍だろうか。

アルミが0.8mm厚、チタンやステンが0.4mm厚とするとアルミ、チタン、ステン鋼の熱容量の比は、2.2 : 1 : 1.7となり、この点でもアルミが優秀になる。

家庭用のステンレス鍋は熱伝導率が悪く焦げつきやすい欠点をカバーするため、底にアルミを張ったり全体にアルミを重ねた多層構造にしている。ステンレスだけで使用されるものはやかんくらいだろう。

チタンはステンと同等に熱伝導率が悪く、熱容量的にも鍋には向いていない。例外は中華鍋で、強い火力とアオリで素早く調理するような使い方の場合、素材の熱伝導率の悪さよりその軽さ(鉄と比べ)による使い勝手のよさが生きる。鉄分補給の効果はないが、大した問題ではないだろう。

チタンの長所は耐食性がよく、錆びないので食品の味を変えないことだ。しかしプロの調理道具はほとんどアルミ(と銅)であることを考えれば、鍋にはそれほど必要ない性質だ。しかし、カップやスプーンには口をつけても金属臭がないから具合がよい。

焦げつきにくくするため、チタンのコッフェルの底にアルミを張りつけることを考えてみよう。直径136mmの先ほどの例では底部に1mmのアルミ板を張りつければそれだけで39gの重量増となり、0.8mm厚のアルミコッフェル以上の重さになってしまう。1mm厚の板で作ったアルミコッフェルとほとんど同じ。それではチタンの魅力はなくなる。

04年、EPIが底にアルミをコーティングしたコッフェルを発売した。しかし、フタが本体から大きくはみ出し収納性が悪く、フタの出っ張ったつまみや本体のハンドルは金属剥き出しのため素手では使えない。重量も他のチタンコッフェルと比較して重くないが、注ぎ口もつけられていない。コーティング面がざらついて他のものに傷を付けそうな、詰めが甘い製品だ。

チタンはステンコッフェルと同様、調理に使うと大変焦げつきやすい。しかし湯を沸かすだけであれば何の支障もなく使用できる。ステンだけで作られた家庭用のまともな鍋は存在しないように、熱伝導率の低い素材で作られたコッフェルはフリーズ・ドライ食品用の湯沸かし専門と考えればよい。

お湯を沸かすだけなら何の不自由もないチタンのコッフェルも、冬期のように雪から水を作る時には少々注意が必要だ。常に十分コッフェルのなかに水が入った状態で雪を追加していけば問題ないが、直接雪を入れて溶かそうとしたりすると、熱伝導率の低さにより鍋の一部が加熱し焼けやすい。それでも破損しないとのことで心配はないというものの、加熱した部分に雪が触れ急激に飛び散り解ける様は気分のよいことではない。

アルミを使っても、取っ手、フタ等チタンコッフェル並に軽量化を考慮したデザインにすれば、アルミでも現行のチタンに近い重さではるかに使い勝手がよいものができるはずだ。ステンの0.24mm厚(ジュースのスチール缶と同じ。アルミ缶は0.13mm)で作れば、チタン並の重量ではるかに安価なものができるだろう。

ところで鍋の大きさと熱効率を考えれば直径の大きい方がよく、鍋底の曲率半径との関係では平底の方がよい。熱効率からいえばガスカートリッジがすっぽり入るといふ深型(細型)のコッフェルはよくない。背が高いので不安定でもある。



出来る。直径 20mm は、プラッティーパスの口にぴったり入るサイズだ。

現在、チタンのコッフェルを使用している理由はほんの 100g の軽量化のためだ。水を沸かすだけで調理をしないのでチタンでよい。またチタンというと宇宙船、ジェット機といった未来、最先端イメージがある。それらに使われるものはチタン合金、コッフェルは純チタンと、鉄でいえばアイゼン用高張力鋼とトタンの鉄くらの差があるのに、チタンという言葉の耳障りのよさを買った。馬鹿げたことだが「物欲は魂の栄養」である。体はなかなか困難だが、衣類から食料まで 100g 単位の軽量化を目指す者には魅力的だ。軽量化は衣類、装備、そして食料を全て合わせたもので考えなければナンセンスである。熱伝導率の悪さから来る使い勝手の悪さは困ったものだが、チタンのコッフェルにしなければさらなる軽量化ができない人、調理しない人、チタンが好きな人、アル中ハイマー病の心配な人、腹が空いた時に思わずコッフェルまでなめてしまったことのある人には価値がある。

## ストーブ

山中でもわざわざ調理することは、環境負荷の点でもスマートではない。調理をしないつまりお湯を沸かすだけ、暖房も抑えれば使用時間は短くなる。

ガソリンストーブはふつつ着火のため予熱が必要で、安定して燃焼するようになるまでには時間がかかるので連続長時間使用に向く。ガスストーブは直ちに着火し、安定して燃焼するので細かく火を止めれば燃料消費量を抑えられる。特に冬は、ストーブをつけていると火守りのため神経を使う。強風でテントがバタついていたらなおさらだ。燃料を消費するのも楽ではない。ストーブを切ると一瞬で寒くなるが、ホッとする。物のあふれたテントの中ではストーブの点火、消火がワンタッチなのは大変助かる。つけたままでは何もできない。よほどの長期山行で大々的に暖房するならガソリンがよいだろうが、水を作りお湯を沸かし慎ましやかに暖房するだけならガスの方が使い勝手がよく軽量化も可能だ。長時間使用しなければ燃料代もストーブ代に対して大したものではない。

自動車用ガソリン(いわゆる赤ガス)なら 1L が 100 円くらいと非常に安く、灯油はさらに安い。専用ガソリンは登山用ガスの値段に近い。ちなみに、LP ガス車用の LP ガス(登山用の寒冷地ガスとほぼ同じ成分)は 1L が赤ガスの半分くらいだ。これは主として税額の相違による。登山用のガスカートリッジの価格のほとんどは缶代である。清浄で、腐食防止剤、酸化防止

剤や着火をよくするための添加剤を配合した専用ホワイトガソリンは、自動車用赤ガスのように季節によって成分が変化せず、ノズルが詰まりにくく、ススや煙や有害ガスの発生が少ない。燃料、洗浄用の一般ホワイトガソリン(白ガス)でも良いだろう。ハイオクはさらに鉛等、オクタン価を高めるための添加物が加えられているので避けた方が良い。ガソリンや灯油は長期保存すると劣化するが、LPGの場合、燃料自体は劣化しない。心配は缶の腐食だけだろう。

液体燃料を使うストーブは、加圧した燃料をノズルから噴射して燃焼させるが、さらに器具本体を熱することにより燃料を気化させて完全燃焼させる。しかし、ガスストーブはその必要がないので器具自体が大きな熱容量を持つ必要がない。つまり軽く作ることができ、消火後に器具は直ちに冷えてすぐ収納できる。また、気体燃料だからノズルの詰まりや、カーボンの付着がなく信頼性も高い。鉛化合物や硫黄分等も含んでいないので排ガスはクリーンだ。せいぜい、カートリッジ接合部のパッキンを定期的に交換する必要があるくらいだ。EPI やスノーピークはJISのP-8、運動用Oリング、ニトリルゴム製であり、ホームセンターで簡単安価に入手可能。

ある冬期山行での時間当たり燃料消費量を調べてみた。非常に大まかでデータ数が少ないが、水と湯作りと少しの暖房に使って60～90g/h、つまり1.0～1.5g/minの範囲だった。結構気楽に使ったものだ。燃料は1g当たり12kcalだから、720～1080kcal/hとなる。しかし、登山用カートリッジ式ストーブでは使用につれガスの蒸気圧が低くなるので、十分のゆとりを見てストーブは最大出力2000kcal/hくらいのものが必要だ。470gの燃料は5640kcal。5～8時間使えることになる。1日当たり2時間くらい使用したので470g缶1本では3～4日分だった。実際145gくらい1日2人になった。これで弱火ながら起きている間はつけっぱなしの暖房(干し物乾燥)ができる。これ以上消費するのは、狭いテントの中ではなかなか苦しいだろう。ストーブをつけている間は少し体を動かすにも気を遣うからだ。燃料消費量の多い人の生活はさぞ神経を使うに違いない。はるかに大きな鍋の使用を前提にしているはずの普通の実家用2口ガスコンロでは、標準が2000kcal/h、強力が3500kcal/hくらいだ。

現在主として使用しているストーブは96年発売されたEPIのCSSA(最大出力2300kcal/h/162g)、自動点火装置つき。カートリッジ接合部には大きなガス漏れ防止のパッキンがついて、しっかり安定して固定できる。ねじ込み式だから、ねじりすぎたり足らなかつたりしがちだが、パッキンのおかげでほぼ一定、必要十分に安定した位置で固定可能だ。持ち運びには嵩張るブラケースは使用せず、ノーマックスの袋を使う。五徳(4本足/直径120mm/理想的にはコッフェルの直径より大きなものがよい。足が見えないとバランスを崩し落としやすい)は1本1本持

ち上げ所定の場所に納めるという面倒なもの。しかしその構造ゆえ、本体は外力から守られ安心してケースなしで持ち運びできる。ノーメックスは耐熱性が高いので、ストーブ消火後直ちに熱い状態のまま収納でき大変便利だ。自動点火装置の絶縁部がやや弱いのが98年からは改善されている(CSSA 2/167g/04 年廃番)。一番の美德は、火力調整機構だ。それによりEPIストーブはどれも細かい火力調整ができ、明らかに他社のものより燃費がよい。08年に特許が切れるはずだから、他社も是非採用して貰いたい。調整つまみの直径は最低20mmくらいのもが必要。小さすぎるのは使いにくい。ワイヤー式や小さなものも微調整が難しく、ふらふら動くのでさらに使いにくい。最大出力は(2000kcal/h つまり2326W くらいあれば)2~3人用のコッフェルまでなら全く考慮する必要はない。現行のものはほとんど十二分以上の出力を持っている。出力を大きくするために火口を大きくしているものが多いので、小さなコッフェルに大きな出力のストーブは宝の持ち腐れだ。火口が大きいストーブの火力を絞って使用しても、炎が外に逃げ非効率である。暖房を考えるならコッフェルの外の空気を暖めるのは悪いことではないが。

各メーカーは専用のガスカートリッジを使用するよう指定している。分解してみると、現行取り付けネジのバルブはどのメーカーも全く同じように見える。ドイツのエアゾールバルブメーカー、リンダル"Lindal"社のものらしい。経験的にはEPI、プリマス、スノーピークは共用可能だ。法的な問題とのことだが、規格を共通化すれば特定メーカーのカートリッジの入手が難しくても、安心して他のメーカーのカートリッジを使用できる。

EPIは78年(英国では74年)に日本で初めて、ストーブ本体とガスカートリッジをねじで分離できるタイプのストーブ(BPストーブ/205g)を発売した。それまでは、いったんカートリッジをストーブに取りつけばガスを使い切るまで分離できないので、ガソリンストーブ並みに嵩張った。EPIは翌年プロパン比率の高い寒冷地用カートリッジを発売した。

またEPIは、91年からプロパン40%の遠征用ガスを発売している。ヒマラヤ用に特別に製作されたものを一般発売したもので、本格的寒冷地用の先鞭をつけた。

ところで、98年新発売されたスノーピークのGS-100Aストーブ(104g/2500kcal/h/4本足の直径98mm、コッフェルの安定性からはこのサイズが限界)は極限まで軽量コンパクトでポケットに入れても全く邪魔にならない魅力的なものだ。立てた卵の中にすっぽり五徳を閉じたストーブが収まり、上部の殻を破り五徳を開き火のついた姿を見せるという、そのコンパクトさと誕生を伝えた宣伝写真は秀逸であった。五徳を閉じれば卵状、開けばアポロ月着陸船、あるいはバクテリオファージのような形は数あるストーブのなかで最も美しく素晴らしいデザインだ。それほ

ど GS-100 はニューヨーク近代美術館に永久保存されてもおかしくないほど完成されたデザインだ。

しかし、点火や火力の調整が EPI の CSSA より微妙、不安定で、炎も広く回るので燃費は明らかに悪い。調理をするならよい炎の広がりや底の焦げつきも少なく、微調整できなくても何ら問題ないだろうが、水を作るだけの使用では燃料が無駄なだけだ。ステンモデルでも十二分に軽いので、17g の軽量化のため弱く高価なチタンタイプを買う必要は全くない。これほどコンパクトで軽量のストーブが、軽量化を必要としない人つまり料理や調理に重きを置くキャンパー向けに炎が広く広がる火口を持つとは、ビジネス中心に考えたことといえ残念だ。キャンパーには五徳がもっと大きく安定したものの方がはるかによいのに、デザインの力は圧倒的だ。スノーピークはパールイズミ、カシオに続いて、アメリカのアウトドアマーケットで成功を収めた日本ブランドだろう。

各ガスストーブの重量差はせいぜい数十 g であり、もはや現状ではたとえそれが 0g になったとて、荷物のトータル重量にはほとんどどの影響も与えないレベルに達していることから、使い勝手と燃費を選択基準とすればよい。

## 燃料の比較

登山用ストーブに使われる燃料は、気体燃料の LPG("Liquefied Petroleum Gas"液化石油ガス。例えばブタン、プロパン等)、液体燃料のガソリン、白灯油(ケロシン"kerosene"、英国ではパラフィン"paraffin oil")だろう。ガソリンや白灯油は、製品により成分と特性が多少異なる。それぞれの特性を比較すると、

	( )	(kcal/kg)	(kg/cm <sup>2</sup> /-20/ -10/ 0/ 10/ 20 )			
	分子量	沸点	引火点	発熱量	比重	蒸気圧
ノルマルブタン	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58	-0.5	11800	0.6	0.5 0.7 1.0 1.5 2.0
イソブタン	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> CH	58	-11.7	11800	0.6	0.7 1.1 1.5 2.2 3.0
プロパン	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44	-42.1	12000	0.53	2.5 3.5 4.8 6.5 8.5
ガソリン		30 ~ 210	-40	約 11200	約 0.7	
白灯油		170 ~ 250	35 ~ 50	約 10700	約 0.8	

\* 燃焼を続けられる温度、燃焼点は引火点より 11 くらい高い。

これらはほぼ全て炭化水素化合物だから、それぞれに含まれる水素と炭素の割合で発熱量は決まる。水素は 28600kcal/kg で炭素は 8100kcal/kg、水素の割合が多いほど発熱量が高くなり、排ガスの中に水蒸気が多く、二酸化炭素は少なくなる(クリーンとも環境に優しいともいわれる)。だからといって LPG 燃料を使えば環境にやさしいわけではない。原油は、産地によって成分構成に差はあるものの石油ガス、ガソリン、灯油、重油そしてアスファルト等を含んだ複雑な炭化水素化合物だ。つまり石油ガスは、天然ガスのようにそれだけを使うことはできず、その他の成分も同時に全て消費する必要があるからだ。誰かが石油ガスを使えば、他の誰かがその他の成分を使用しなければならない。なお、石炭は炭素の割合が多いので、CO<sub>2</sub> 発生量は石油の 1.3 倍、天然ガスの 1.6 倍。

ここでいう発熱量は、排ガス中の水蒸気が全て凝結して、その潜熱(凝結熱)も加えた総熱量のこと。だから、灯油は発熱量がやや低くても水蒸気の発生は少なくテント内を結露させることが少ない利点を持っている。つまり、実用的にはどの燃料も重量当たりは同等発熱量と考えて問題ない。『テント』の「ベンチレーター」の項に水蒸気発生量が書いてある。

1m<sup>3</sup> 当たりの熱量は都市ガスなどに使われる天然ガス(主成分はメタン CH<sub>4</sub>、分子量 16、沸点・161 )はおよそ 11000kcal、ブタン 31000kcal、プロパン 24000kcal。比重が重いものは容積当たりのカロリーが高く、天然ガスは空気より軽いので容積の割にカロリーが低い。もちろんカロリー当たりの価格はほぼ同じだ。プロパンの比重は空気を 1 とすれば 1.55、ブタンは 2.08、メタンは 0.56。ガス漏れしても CO を含んでいないのでガス中毒の心配はない。

普通ブタンといっているものはノルマルブタンで、使い捨てライターに使用されているもの。沸点が高いので 0 ではほとんど気化しない。イソブタンはノルマルブタンより沸点が低く、もう少し低温でも気化しやすい。プロパンは家庭用ガスボンベに充填されているもので、非常に沸点が低い。そのため容器には強度が必要になり、登山用としては 100 % では使用されず、ブタンと混合し低温下でも使うことが出来るようにするために混ぜられているだけだ。前のページの各温度における蒸気圧データを見て分かるように、プロパンの低温特性は圧倒的。容器は、法的には、13kg/cm<sup>2</sup> 以上の圧力で変形、15kg/cm<sup>2</sup> で破壊するのが基準だ。だが実際はもっと強く作られ、20kg/cm<sup>2</sup> で底が逆ぞりになるようだ。60 では、30%のものは 11kg/cm<sup>2</sup>、40%のものは 12kg/cm<sup>2</sup> の蒸気圧になる。

ブタンはプロパンを混合することにより、その単体の沸点より低い、100 % の時にはそれだ

けで気化し燃焼させることが不可能なくらい低い気温の時でも、プロパンの助けを受け燃焼させることが出来る。しかし、沸点の低いプロパンはより気化しやすく、使用するにつれカートリッジ内の LPG にはブタンの割合が多くなる。つまりカートリッジ内の LPG は気化しにくくなり、火力が落ちたように感じられる。

ブタンの沸点以下の温度の場合は、蒸留しているのと同様なことになる。例えば、薄いアルコール溶液を沸騰させ液体と蒸気が平衡状態になった時(それは LPG を入れた缶の中と同じ状態)、蒸気の組成は溶液と比べ低沸点のアルコール(つまりプロパン)が多くなるので、その蒸気を冷やし凝縮させた液体は最初の溶液よりアルコール濃度が高くなる。そうして作られたものが蒸留酒である。どちらの沸点より高かったり低かったりすると成分は分離できない。

十分高い温度であればプロパンの添加は不要で、プロパンの沸点近くの低温になれば、プロパン 100 % でさえ使い物にならない。使用につれブタン、プロパン混合 LPG の火口に向かうガスの組成は、LPG のより高沸点の成分、ブタンの割合が多くなっていく。そして残った LPG にはだんだんプロパンの割合が少なくなり、気化しにくくなる。当たり前だが、ブタンにプロパンを混ぜるのは、ブタン単体では殆ど使い物にならないような低温でも使えるようにするためだ。蒸気圧の高いプロパン 100 % LPG は、日本の山で使うには十二分の耐寒性能を持つが、強度の高い、つまり非常に重い缶に入れる必要がある。だから、現実的持ち運び可能な缶の強度と重量から考え、今程度のガス混合率になっている。

また、ガスカートリッジは LPG の気化のため気化熱を奪われどんどん冷たくなる。LPG が冷やされれば、そこから気化するガスには沸点の低いプロパン成分が一層多くなり、残った LPG にはブタンが多くなりさらに気化しにくくなる。そのような悪循環を避けるため、プリムスのパワーブスターを使用してガスカートリッジを暖める。89 年の発売開始後、冬期にガスストーブを使うことが非常に楽になった。それでも、使い始めと終わりでは炎の色が明らかに違い、成分割合が違っている事を想像させる。97 年モデルからはヒートパイプが太くされ(プリマス IP-PB-2/101g/01 年カタログ落ち)さらに効率的になった。しかし、取り付け部に全く同じものを使っているので、ヒートパイプの取り付けに無理があり、固定は不安定だ。分離式ストーブはパワーブスターが使用できないので、冬期使用に向かない。

オリジナルのままのブスターを火口の小さいストーブに使っても、集熱部は炎からはるかに離れてしまう。そこでヒートパイプを内側に曲げ、小さな火口のストーブにも使うことができるよう改造した。ヒートパイプをたたんでもブスターの缶取り付け部と当たらないように、パイプ中央部から上の方をていねいに、集熱部が缶取り付けベース中央部の延長線にかかるまで曲げればよい。GS-100A ではそのままぴったりの高さ。CSSA では 250、500 タイプの缶とも下

部に 15mm のガムテープ、01 年発売の STRA(91g/2000kcal/h/06 年廃番)は 11mm、98 年発売のプリマス EX-ULT-2A(98g/2700kcal/h/05 年廃番)は 17mm のガムテープを巻けば、火口の高さにぴったり集熱部が位置して下に落ちることもない。GS-100A は背が低く安定しており、火力の調整と炎の集中が CSSA 程度になれば最高のものになるのに残念だ。

なお STRA(91g)の五徳の足は 4 本で直径 85mm、EX-ULT-2A は直径 150mm の 3 本足。どちらもよほど安定したところでなければ、コッフェルは非常に不安定だ。ストーブは小型化しても五徳は 4 本足以上(3 本足は不安定)ある程度の大きさ(4 本足/直径 100mm 以上。理想的にはコッフェルより大きい直径。それならズレを目で確認出来、落ちることを防止できる)が必要だ。03 年発売された EPI の REVO-3500(07 年には出力が上がり 3700 となった)は直径 152mm の 4 本足、見やすいオレンジ色のつまみを持ち 97g だが、炎が広く開き、どんなに絞っても熱が外に逃げ燃費は非常に悪かった。重量の割にコンパクトにもならない。

また、STRA の本体ネジ部は、全てジュラルミンで作られているのでネジが馬鹿になりやすいかも知れない。普通のストーブは、本体がジュラルミンで出来ていても、ネジ部は硬い真鍮で作られているので嘗めにくい。ガスストーブで一番破損しやすいところは頻繁にはめ外しするネジの部分、そして 100 円ライターでも持参していれば実質的に問題ないが自動点火装置だ。自動点火装置の内蔵に関してはプリマスが進んでいる。



パワーブスター(01 年カタログ落ち)は炎の熱エネルギーをカートリッジまで移動させ、LPG 気化に伴う気化熱を相殺するもの。初期モデルはヒートパイプが細く、カートリッジ内のガスを暖めるのに十分な熱量を伝えることができなかったが、最終モデルは非常に強力になっている。EPI の同様なもの(パワーチャージャー)はコンパクトにならず、500 タイプのカートリッジにも対応せず、スノーピークからは発売されていない。冬用として画竜点青を欠く。04 年、EPI から集熱部が可動式、軽量(68g)なニュータイプが発売された。しかし、相変わらず

500 タイプのカートリッジに対応せず、折りたたんでコンパクトにならないとは残念だ。

缶をお湯に入れて使えばよいとの話もある。しかし、余分にコッフェルが必要という点、コッフェルの中に入ったガス缶は動きやすく不安定である点、露出した水面から水蒸気が発生する点、湯が冷えれば効果がなくなるという点、さらには最初のお湯をどのように沸かすかといった点からナンセンスだ。湯を入れておくコッフェルだけでもパワー - ブースターより重い。

GS-100 以降発売された小型ストーブは、それ以上の軽量コンパクトさを狙うあまり五徳や調整つまみが小さかったり、バランスを欠いたものが多い。

STRA の五徳先端に 6mm、0.5mm 厚の真鍮パイプをつぶして固定し、刻みを入れ五徳の直径 120mm くらいにしたものは 98g だが、五徳のフニャフニャ感は如何ともし難い。

ガスには主としてレギュラー、寒冷地、遠征用の 3 タイプある。レギュラーは 20 、寒冷は 0 、つまり都市ガスの圧力と同じ、ゲージ圧 1 ~ 2kg/cm<sup>2</sup> くらいになる気温以上で使い勝手がよい。例えば、夏の 3000m では寒冷地用が使いやすい。また寒冷地タイプには、缶の底を除き上部全体の内側に LPG を吸い上げるシート(EPI は薄茶色段ボール/250 タイプは 7g、500 タイプは 13g、プリマスは白いボール紙/250 タイプは 6g、500 タイプは 15g) が入れられたパワータイプがある。92 年、プリマスが先行発売したものだ。LPG の量が少なくなっても、それが多い時と同様、缶の表面全体から熱を吸収できるので火力の低下が少なくなるというものだ。普通の缶の場合、結露は LPG の液面以下で起こるが、このタイプではそのようなことはなく遠征タイプほどではないが冬には有効である。なお、パワータイプは燃料の残りが少なくなると振っても音がしないので、残量が分かりにくい。

EPI のレギュラーは(ノルマル)ブタンにプロパン 10 %、寒冷地とパワーはプロパン 30 %、遠征はプロパン 40 % が加えられたもの。プリマスのレギュラーはブタン 100 %、寒冷地はブタン 36 %、イソブタン 38 %、プロパン 30 %、パワーはプロパン 30 % が加えられたもの、06 年発売されたウルトラタイプは、パワー缶にイソブタン 70 %、プロパン 30 % だ。旧スノーピークは、イソブタン 65 %、プロパン 35 %、07 年 4 月からの新製品は社外秘とのこと。

冬期 3000m で比較的気楽に使えるのは遠征用のものだ。遠征用でも、-10 では都市ガスの最低基準 1kg/cm<sup>2</sup> くらいになってしまう。寒冷地用のものを使うこともできるが、無造作にカートリッジを扱えばガスが気化しにくくなるので取り扱いには神経質になる。寒冷地用のものを使う場合、テントに入ったら缶を足の間等で暖めない点火時ガスの出が不安定で、着火し

にくかったりしばらく安定しない。パワータイプは少しまし。寒冷地用は遠征用のカートリッジと実質的に同容量でも、缶は軽く内容量が多いという利点があり、気楽な使い勝手かどちらを選択すればよいのか難しい問題だ。しかし、冬には「つめかえ君」を使い EPI 冬用缶に遠征用ガスを入れて持参すれば缶の重量も、ガスの低温特性もベストの選択になる(自己責任だが)。

カートリッジの保温用カバーという不思議なものが紹介されていることがある。しかしカートリッジの冷えは、LPG がガスになる時の気化熱のためで、カートリッジにカバーをつければ保冷カバーとなり、カートリッジを効果的に冷やす「と学会」公認グッズだ。

ところでブタン 70 %、プロパン 30 %の混合 LPG の見かけの分子量は、

$$(58 \times 7/10) + (44 \times 3/10) = 53.8$$

液化ブタンとプロパンの比重を 0.6、0.53、1 モルの容積はそれぞれ、97、83mL、

2 つの成分を混ぜて、混合の法則が成り立つなら、

$$(97 \times 7/10) + (83 \times 3/10) = 92.8\text{mL}$$

230g 入りの LPG は 4.28mol だから、

$$22.4 \times 4.28 = 95.9\text{L}$$

$$92.8 \times 4.28 = 397\text{mL}$$

つまり LPG が気化しガスになれば  $95900/397=242$  倍(0 の時)にも膨張する。

またガスカートリッジ内の LPG の量に関係なく、カートリッジ内の圧力は同じだ。LPG が多少でもあれば、カートリッジ内の液体と気体は平衡状態にあるからだ。もちろん温度が上がったり外気圧が下がれば圧力は高まる。

温度が上がったりして内圧が高くなり限度を超えた場合、カートリッジの底のくぼみが反転し容器の容積を増やす、つまり断熱膨張させ内圧を下げることにより爆発を防ぐようになっている。

ガソリンは日本の冬山で考えられる最低温度でも引火するので、予熱着火は楽だが給油等は慎重にしなければならない。灯油は家庭用のストーブが現在でも多く使用されているように、引火性が低く安全な燃料だ。しかし逆に予熱は十二分しなければならない。それらはプロパンの気化しないような低温の地、ガスの入手ができない地方を旅する人には向いている。

各燃料の比重は重い順に白灯油、ガソリン、ブタン、プロパンであり同じ順で燃料をコンパクトに運ぶことができる。だから、ジェット燃料には白灯油に近いものが使われる。しかし実際燃料を運ぶ場合のコンパクトさは、燃料を入れる缶の形状にも大きく影響される。

それぞれの缶を比較すると、

	缶容積	+ くぼみ= 全容積	(Net) 燃料重量	(C) 缶重量	直径	高さ	Net/C	
EPI 寒冷地 470g	980	150(26.5)	1130	470	209	106	151	2.24
EPI 寒冷地 230g	480	110(22.0)	590	230	147	106	89	1.56
EPI パワー 460g	980	150(26.5)	1130	460	217	106	151	2.12
EPI パワー 225g	480	110(22.0)	590	225	151	106	89	1.49
EPI 遠征用 420	965	165(30.5)	1130	420	224	106	151	1.88
EPI 遠征用 200g	425	165(30.5)	590	200	165	106	89	1.21
SIGG 1.0L	1000		1000	700	129	81	255	5.43
SIGG 0.6L	600		600	420	99	71	215	4.24
スノーピーク 890mL	890+		890+	623+	240	80	255	2.60+
スノーピーク 520mL	520+		520+	364+	134	74	190	2.72+
MSR 975mL	975+		975+	683+	203	79	285	3.36+
MSR 650mL	650+		650+	455+	139	74	285	3.27+

- ・容積は mL、重量は g、大きさは mm 表示。
- ・くぼみは、EPI の底の大きなへこみのこと、かっこ内はくぼみの深さ。
- ・EPI 寒冷地用はレギュラーと同じ缶重量。側の肉厚 0.37mm、底は 0.5mm くらい。遠征用は底のみ 0.6mm くらいに変えられている。他社も類似だ。
- ・EPI の直径はつば部分を除く。
- ・EPI の缶はキャップ(2g)なしの重さ。プリムスの缶の重量は少し異なる。
- ・ガソリンの比重は、0.7 とする。
- ・MSR とスノーピークはカタログ値、使用時の容量。運搬だけならさらに入る。
- ・Net/C は、缶重量(C)当たりの燃料重量(Net)の割合。大きいほど、缶の重量の割に多くの燃料を持参できる。

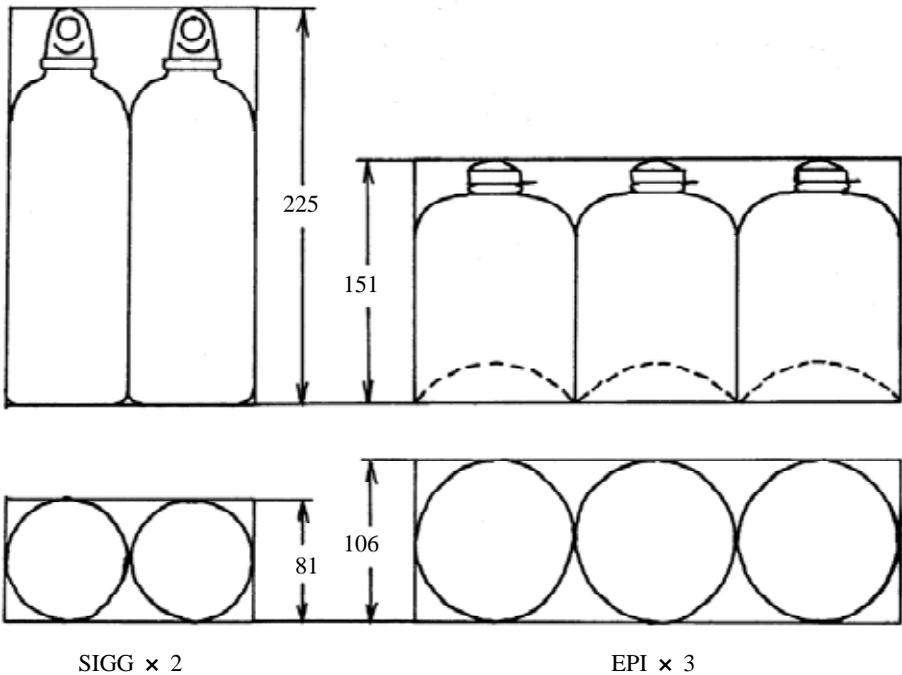
ほぼ同容量(1000mL)の缶は EPI で 209g、SIGG で 129g。それぞれに入る燃料は 470g、700g となり、同じ容積にはガソリンの方が 1.5 倍も多く入れることができる。LPG の場合、多少缶が傾いても LPG のまま噴出しないように、実内容積の 20 % 強の空隙が設けてある。ガソリンの場合、運搬のためにだけ使用するなら缶一杯に入れても問題ないだろうが、実際に使

用する時は、ガソリンを送るために加圧する必要があるので、ガス同様、缶の中に空間を残さなければならぬ。

LPG とガソリンの単位重量当たりの発熱量はほぼ同じだから、燃料運搬時のコンパクトさはガソリンが勝る。さらに容器の形状により生ずるパッキング時のデッドスペースも、ガソリンの缶の方がはるかに少なく有利。EPI も SIGG も数値的にはあまり変わらないような感じだが、実際は大きく異なる。ガスは、大缶を利用した方が同じ重量の燃料を運ぶには軽くできる。パワーや遠征用はさらに缶の重量が大きくなる。

それぞれを直方体の箱に入れるとすると、ガソリンを SIGG2 本に 1400g、LPG は 470g 缶 3 本で 1410g とほぼ同重量持参する場合のパッキング時必要な容積は、下図のようになる。

SIGG は  $81 \times 162 \times 255 = 3346\text{mL}$ 、EPI は  $106 \times 318 \times 151 = 5090\text{mL}$  となり、SIGG は頭部ねじ部、EPI は底部の大きなデッドスペースを持つが、それでも EPI は SIGG の 1.5 倍の容積が必要だ。



ところで燃料を使いきったガス缶は、岩で叩きつぶし板のようにすることができる。バリがあるのでザックを傷つけそうだが、そのようなことはガソリンの缶ではする気にならない。

この例の場合、缶重量は EPI 627g、SIGG 258g となる。MSR は SIGG より肉厚のある材料で作られており重い。EPI も SIGG のような細長い形であれば収納性はよくなるがストーブの土台ともなる部分なのでそれは無理だろう。

同量の燃料を持参するならストーブ本体重量、燃料缶の重量一切を含めた重量そして嵩高を考慮してストーブを選ぶ必要がある。使い勝手、信頼性も大切な選択要素だ。特に冬期にストーブが故障すれば水も作れず、即山行中止どころか生死にも関わることになる。

灯油専用ストーブには小型のものがなく、火力調整が難しいので少人数あるいは単独には向かない。

## ストーブの比較

ここで各ガソリンと EPI ガスストーブについて実際の例で考えてみる。

	重量(g)	タンク容量(mL)
EPI-CSSA (自動点火)	162	
スノーピーク・ギガパワー WG	315	890
Coleman-Unleaded Peak 1	695	330
MSR-Whisper Light International	325	975
Coleman-Extream X-1	313	

ガソリンストーブはカタログ値。先ほどの燃料を約 1400g 持参する場合は、

	本体	缶重量	総重量(g)
CSSA	162	627	789 + パワーブースター 101 = 890
Peak 1	695	258	953(SIGG 1000mL 缶にて)
WG	315	480	795(専用 890mL 缶にて)
MSR	325	412	742(専用 975mL 缶にて)
X-1	313	450	763(300g 缶 x 5 = 1500g にて)

ガソリン缶は 1000mL のものを 2 本使うこととしている。MSR と WG の場合、満タンに入れたらどれだけ入るか不明だが、それは無視する。Peak-1 は本体の中にさらに少々燃料を入れておくことができる。またガソリンの場合、Peak-1 以外予熱用のメタが必要。EPI と Peak-1 以外、テント内の使用では十分な厚さの敷き板がいる。点火装置も必要。Peak-1 にはジェネレーターの予備がいる。分離式のガソリンは収納時に少し燃料の漏れがあり手を汚す。

以上のような条件つきだが、どのストーブでも約 1400g の燃料を持参する場合、それぞれの重量差は実質的に 100g 未満であるので、使い勝手、全体のコンパクト性が選択の基準となる。持参する燃料の量が多くなれば、缶重量の割合の大きいガスは不利だ。しかし、ガスの使い勝手の良さ、それから生ずる実用的燃費の良さを天秤にかけられねばならない。

98 年発売された X-1 は分離式で、LPG を液体のままバーナーヘッド部に送り気化させる構造だからパワーブースターは不要だ。しかし分離式のガソリンストーブのような構造となるので、火力の微妙な調節は難しくタイムラグもあり、普通のカセットガスストーブのような頻繁な着火には向かない。ガソリンほどではないが安定して燃焼するまでに多少の時間が必要だ。一般のカセットガスストーブとは異なる使用感に注意しなければならない。

ガスストーブはほとんど故障がないといわれるが、X-1 はデリケートな構造のためその点も心配だ。以前そのようなトラブルに遭遇した。その時は EPI より相当軽量化になると考えた。

	本体		ブースター	ガス重量	缶重量	計(g)
EPI	162		101	420 x 7 = 2940	224 x 7 = 1568	4771
X-1	313	17	14	300 x 10 = 3000	90 x 10 = 900	4244
	ライター		敷き板			

X-1 の方が 527g 軽く、缶の大きさ(直径 65 x 高さ 225mm)からも本体は高張るもののトータルでははるかに収納性がよいと思われた。カートリッジのコンパクト性により、実際も EPI よりはるかにコンパクトでパッキングも楽だった。プロパン 40 %だが、今では本国アメリカでも入手に困るようだ。そのため、普通のカセットガス缶を使うためのアダプターが発売されている。

しかし、安定しているようなデザインは、凸凹の雪面状では大きすぎ狭いテント内で使い場所にも困る状態。このような分離型ストーブは火口が床面に近いので、厚い敷き板を敷かなければ熱でテントフロアに穴を開けてしまうので注意が必要だ。また一般のカセットガス分離タイプでは、ブースターを使うことができないのが大きな欠点となる。冬の使用が心配だ。普通のタイプなら缶の底をぐっと雪面に押さえれば案外安定し、小さいのであまり置き場所を選ばない。夏には、

プリムスの P-CH 三脚(29g)を使うと安定する。

X-1 の信じられないトラブルとは、火力が強くないことだった。本体内部の洗浄が足りず詰まりがあり、ほんの少し強火にしようすると火が飛んで消えてしまうのだった。どんなに試みても、ローソク程度の炎にしかならないのには泣けてきた。もちろん事前に十分確かめて持参したが、使用 10 時間後くらいからこの症状が現れたのではどうしようもない。複雑な構造なのでトラブルが出たのだろうか。しかし山用としては故障しない、あるいは出先で簡単に修理のできる事が大切と痛感した事件だった。X-1 に関しては全てに渡りガスとガソリンの中間的なものと思う。

06 年には、コールマンから新しいタイプの分離式ガスストーブ"Firestorm"が発売された。普通のネジ式ガス缶を逆さにして、液体のままストーブ本体に燃料を送るというものだ。分離式のガスストーブと同様だが、ガソリンのように加圧しなくても LPG の蒸気圧により、LPG をストーブ本体に送りそこで気化させ燃焼させる。ガソリンストーブにもなる。重量は 369g、チタンタイプは 277g。旧来のガス缶を利用できる X-1 といった感じだ。

07 年春には、スノーピークからも倒立式分離ガスストーブが発売される予定。400g という。これはガス専用だ。どちらも、うまくすれば低温下でも最後まで火力低下がない筈だ。

同年、MSR から炎が見えない新しい燃焼形式、たぶん触媒燃焼のストーブ"Reactor"が発売された。厚手の円盤形のストーブ本体をすっぽり覆うように 1.7L のポットがセットされ計 594g。缶やストーブ本体がその中に入れられるので、持参時は大した嵩張りではないとのこと。非常に燃焼効率が良く、風にも強く高所にも向くとのことだが、正立型ストーブでパワーブースターもなく低温時に向くとは考えにくい。ストーブから対流や放射で熱が逃げないのでは、テント内での干し物には困りそう。水作りと干し物を完全分離すれば、水作り中は寒さに震えそう。弱火にすることや火力調整が難しいなら、干し物中の燃費は悪そう。

ところでコールマンのガソリンストーブは、予熱が簡単で火力調整はしやすいが複雑な構造のため出先での修理が面倒だ。逆に MSR の修理は一般に非常に簡単だ。ガスストーブは、殆ど故障しない。X-1 のトラブルを経験したこともあり、今の所、シンプルな旧来のガスストーブが最も信頼できるのではと考えている。

## 燃料使用量

冬期の場合、雪から水を作る必要があるので多量の燃料を持たなければならない。ストーブなしでの山行は不可能だ。しかしその持参量をどれくらいにするかは難しい。短期山行では十二分の燃料を持って行くことになり、実際どれほど必要かまともなデータさえ得られないが、長期の場合は厳密に使用量を決める必要がある。

以下、様々なデータを見ると、

- ・ 11 ~ 12 年にかけて 99 日で南極点に始めて到達し無事帰還したアムンセン隊は(ローアル・アムンセン、『南極点』、中田修訳、朝日文庫、94 年、386 頁):  
石油 200mL 程度 / 1 日 / 1 人
- ・ 86 年 70 日間で南極点に到達したロバート・スワンの「スコット足跡隊」は(ロバート・スワン、『北極を歩く』、三方洋子訳、図書出版社、93 年、105 頁):  
250mL 以上 / 1 日 / 1 人
- ・ 92 ~ 93 年にかけて 67 日間で 1400km 南極点まで横断した南極アイスウォーク 1992 隊の 3 人パーティーは(永田秀樹、『極地冒険家ボルゲ・オズランドさんに聞く』、『岳人』、97 年 4 月号、75 頁):  
ケロシン 26L(オプチマスストーブ)消費したとのこと。130mL / 1 日 / 1 人
- ・ 97 年に 122 日かけて北極単独横断した大場満朗は(大場満朗、『北極の日本晴れ』、光文社、97 年、111 頁):  
ガソリン 500mL / 1 日 / 1 人(Coleman-Unleaded Peak 1 ストーブ)。  
何度も補給を受けているといっても、これほど消費するためにいったい何時間ストーブをつけていたのだろうか、実際使ったのだろうか。
- ・ 96 ~ 97 年にかけて 64 日間で南極単独横断したボルゲ・オズランドは(同上):  
ガソリンを 11L(MSR-XGK ストーブ)使用したのこと。使いたいだけ使って暖房はせず、1 日 2 回の煮炊きで、172mL / 1 日 / 1 人

それらは極限的な気象条件の話で、あまり現実的ではないので、

- ・"The Complete Waker" (前掲書、p.301)で Colin Fletcher は穏やかな気候の場合、：

私は 89mL / 1日 / 1人。

ほとんどの人は 148mL / 1日 / 1人 としている。

- ・MSR では(03年カタログ)：

調理だけの場合は、89mL / 1日 / 1人(02年までは、118mL)

さらに雪を溶かす時、177mL / 1日 / 1人(02年までは、237mL)

厳寒地では、444mL / 1日 / 1人

- ・75～92年にかけて北海道の山を縦断した工藤英一は(工藤英一、『襟裳岬から宗谷岬へー北海道山岳初縦走の記録』、92年、7頁)：

ガソリン、灯油、ガスの種類に関わらず、100～120mL / 1日 / 1人(冬期)使用したとのこと。普通、ガソリンと灯油は mL で表し、ガスは g で表すので正確なところは分からない。

- ・83年12月、信州大学の薬師槍縦走隊は(信州大学山岳部「新人の夢をかなえた北ア最奥部の横断」、『岳人』、85年1月号、135頁)：

14人、22日分でガソリン 150mL / 1日 / 1人と計画し、計 45L。

実際は 120mL / 1日 / 1人 使用。

- ・昭登山岳会、正月前後の縦走では(小野寺斉、「正月の北ア想定登山」、『岳人』、94年11月号、167頁)：

暖房にはほとんど使用せず、4人で5日分、ガソリン 2.4～3.0L。

120～150mL / 1日 / 1人。なお予備のガス缶 2本とのこと。実際の使用量は分からない

- ・毎年年末年始に 20日ほどの黒部剣での山行を行うという伊藤達夫は(伊藤達夫、「ヤングクライマーのための技術講座 15」、『岳人』、96年3月号、161頁)：

19 日間の予定として EPI ガス大 7 本、小 1 本 / 2 人としている。もし大を 470g、小を 230g とするなら、3520g となり、93g / 1 日 / 1 人。実際の使用量は分からない。

以下、我々のデータはサンプル数があるかに多いので信頼性は高いと思うが、

冬期南アルプス全山縦走では：

56g くらい / 1 日 / 1 人。水と湯を作るだけの場合。

72g くらい / 1 日 / 1 人。暖房にも使った場合。体は楽で、気分が

休まりシュラフまで少々乾き快適。このデータ数は少ないので、入下山時、沈殿の日をどう処理するかで少し値が変わるかもしれない。

夏の南アルプス全山往復縦走では：

26g くらい / 1 日 / 2 人。93 年の梅雨の明けない夏は 10 日間連

続の雨だった。それでも燃料消費量は同じだった。もし夏に濡れた

衣類をストーブで乾かそうとすれば、どれほどの燃料を持参しなければならぬか分からない。そうなると際限がない。

## ガス使用量と水の製作

1g、0 の氷を溶かし水にするには 79.7cal 必要だが、1g、0 の水を 100 まで上げるには 100cal の熱量でよい。同じく、100 で沸騰させ水蒸気にするには 539cal も必要だ。そのように物質の状態を変える、固相を液相に、液層を気相にするだけで非常なエネルギーがいる。

雪から水を作る時、鍋のなかに予め 1cm くらいの水を入れ少しづつ雪を加える。一度に入れすぎると雪が水を吸い空炊き状態になってしまう。雪は水よりはるかに熱伝導率が低いので融けにくくなる。ところで、コッフェルの外側が結露することがある。結露した水を沸騰させ気化させるには驚くほどの熱量が必要だから、雪をコッフェルに入れても外側が結露しない程度にコッフェル内の水の温度を上げ(必要十分の炎の大きさにして)作業するのが合理的だ。それでも結露すれば直ちに布で拭きとる。布は日本手ぬぐい(半分の大きさで十分)がよい。合繊や、

スポンジでできた登山用タオルは熱に弱いので使えない。またできるだけフタをして、気化の時必要とされた熱(蒸発熱は0 で 596cal、20 では 580cal と 100 の場合より大きい)を凝結熱として回収すれば、エネルギー - 効率を高めテント内への水蒸気の放出を押さえることにもなる。

夏は基本的に湯を作るだけだ。沸点まで上げる必要はないので、口をつけられる程度にすることが多い。酒かん 55 、ホットミルク 60 、熱々ご飯 75 、スープ 80 、ややぬるめの弁当は 50 だから 70 もあればほぼ満足できる。調理をしなから、口に入れてぬるい感じがしなければ十二分だ。熱くし過ぎてはエネルギーが無駄になるだけ。飛行機の機内食用麺は 85 で戻り、03 年 4 月試作品が完成し、05 年 7 月始めて使われた NASA スペースシャトル用即席麺は 70 で戻る。沸騰させない方が水蒸気の発生ははるかに少ない。そこで水温を 10 、1 日に朝夕 2 人で 4L の 70 の湯を作るものとする。夏の長期山行 57 日でガス 1481g 消費した。そこで、 $57 \times 4 = 228L$  の湯を作っていることになり、それには 13680kcal 必要だ。ガス 1481g は 17772kcal だから 77 % の効率となる。

一般のカセットコンロ、家庭用ガスコンロの効率は 50 %、対流や放射によるエネルギーロスが少ない電磁調理器は 80 ~ 90 %、ハロゲン調理器は 70 ~ 75 %、炎が外に逃げないよう集中させた家庭用ガスコンロは 70 ~ 80 %、ガス瞬間湯沸かし器は 80 % 以上とのことだ。

冬はさらに水を作らなければならない。水は 1 日 2 人で平均 6L 作る。雪の温度を  $\cdot 10$  (比熱 0.48 とする)とし 1g を水にするには 84.5cal、さらに 70 に上げるために 70cal 必要だ。全く暖房に使わなかった頃のデータでは、冬の長期山行 38 日間でガスを 4223g 使っていた。水は  $38 \times 6 = 228L$  作ったことになる。そのために  $228 \times 84.5 = 19266kcal$ 。湯を作るために、 $38 \times 4 \times 70 = 10640kcal$ 、計 29906kcal 使ったことになる。ガス 4223g は 50676kcal だから 59 % の効率。そしてガス使用量は 111g / 1 日 / 2 人 だ。このデータは直径 150mm のコッフェルを使ったもの。暖房は一切しない場合の限界値だ。起きている間は、極弱火で常に暖房し、朝には持参する水を 40 くらいに湯にした場合(冬期長期縦走 33 日のデータ)は 145 g くらい / 1 日 / 2 人。この値は単独では少し増え、3 ~ 4 人になると効率が上がり一人当たりの消費量は減るかもしれない。

コッフェルは熱効率の点からは平らな形の方がよい。極地に行く人たちは、それぞれ熱効率の良い特製のコッフェルを使っており、現在では、周りにラジエーターを付けたような熱効率の良いコッフェルも販売されているが、専用ストーブが必要、かつ嵩張りすぎる。パワーブース

ターも使えないのでは冬には使えない。使い方を工夫すれば熱効率は相当良くなるので、その様な高張り重いものは必要ないだろう。

火口の大きさに対し十分な大きさの直径を持つコッフェルでなければ、炎からの熱は対流で外に逃げてしまう。それはテント内の暖房と衣類乾燥には役立っている。しかし水(湯)作りと暖房は分離させた方が合理的かもしれない。水(湯)作り中はコッフェル内の水(湯)のためどうしても水蒸気の放出が多くなり、衣類の乾燥も効率的でないはずだ。

ストーブの火口からの放射熱はどうしようもないものの、炎がコッフェル周辺に回り込み熱エネルギーが対流で失われることを避けようと火力(炎)をあまりに小さくすると、冬期は特に気温が低いため水温が上がりにくいので、必要十分な炎の大きさにして早く雪を溶かしたり湯を作った方が効率的だ。最近のストーブは高カロリータイプのもが多く、その能力を効率よく生かすためには4～5人以上の大きさのコッフェルが必要だろう。高出力競争も、スペックのためにスペックを競う無駄なものも多く、単独や少人数の場合では一考を要す。雑誌の比較記事では、水の沸騰時間、燃料消費量を調べていることがある。しかし評価は非常に難しい。例えば強力な業務用の中華コンロに水を入れた小さなコッフェルをかけ沸かせば、早く沸騰するが燃料効率はよいとは思えない。熱がコッフェルの外に無駄に逃げてしまうからだ。条件が曖昧かつ非現実的なため、実際の山行には殆ど何の参考にもならない。

長期山行には火口が小さく炎が外に逃げず、火力の微調整が可能なストーブは明らかに燃費がよく、向いているといえる。1人用、2、3人用なら最大出力は2000kcal/hあれば必要十分だ。沸騰時間のデータにこだわる必要はない。1人では600と900mL、2人では1300mLそして600mL(各1)を持参して、専用の食器は持たない。

## フューエルメーター

燃料の使用量、残量を正確に把握すれば安心して山行が続けられる。だから燃料を切りつめた山行には必須のものだ。

プリマスから小型のバネ秤(36g)が発売されていた(00年からカタログ落ち)。残念ながら動きは非常に渋く、スケールの目盛りが大ざっぱで、日々の燃料使用量が少ない場合はその使用量を正確に計ることができない。

プリマスのガスカートリッジ250、500タイプそれぞれに対応する目盛りが、全量の位置が

ら 1/5、1/10 刻みにつけてあるだけで、正確に刻んであるのではなく目盛りを印刷したシールが張ってあるだけのもの。個体毎のズレもあるが、ふんだんに燃料を使う人には十分の精度なのだろう。

そこでスケールを 30 ~ 40g 毎(均等な目盛りは刻めなかったが、精度は $\pm 10g$ 程度になっている)に正確に刻んだ。まずネジ部、ガス吹き出し口の穴の反対側に、それと同じくらいの大きさの穴を開けた。穴と穴にジーンズスツェッチング用糸を入れ 35cm くらいの輪にした。その糸を使い様々なものをぶら下げ重量を計ることができるようになった。カートリッジ取り付けネジはそのまま使えるので、カートリッジの重さも計ることができる。

オリジナルのフューエルメーターの 0 点は 180 ~ 190g くらいようだ。最高で 660 ~ 680 g くらい。そこで各カートリッジの重量を知っていればより正確にガス使用量を管理できる。

このメーターは 0 ~ 180g くらいは計れない。なかを開きバネを伸ばし 0g から計ることのできるものを作ってみた。その場合、最大は 480g くらいまでになり、細かなスケールを刻めば様々なものや燃料が少なくなったガスカートリッジの重量測定に有効となる。

それら 2 種のを目的あるいは気分によりどちらかを持参するが、現在は 0g タイプの方が便利だと思っている。

