

山と博物館

第48巻 第3号 2003年3月25日

市立大町山岳博物館



2日にわたり開催した「山博ゼミナール」には延べ100名の参加がありました

「山博ゼミナール」を開催しました

大町山岳博物館

大町山岳博物館では平成十五年二月十六日と二十三日、日ごろ博物館職員が行っている調査研究の成果をくわしくお伝えする「山博さんばく」ゼミナールを当館講堂にて開催しました。

こうした企画は、「博物館のスタッフは毎日なにをしているんだろう?」「それぞれの分野について?」といった皆さんからの声にお答えするため、「一昨年から「まるごと山博ふれあい講座」としてスタートし、今回で第三回をかぞえます。今年度から毎週土曜日・日曜日と祝日に開催している「山博おもしろミニゼミナール」の本格版として、名称もあたりに登山関連と自然関連に発表を分け、二週にわたって行うことにしました。

当日は次のテーマで、それぞれのスタッフが発表を行いました。第一日目:「対山館研究 第一章」学芸員・岑村、「大町登山案内者組合のはじまり」学芸員・関、「北アルプス登山がからだにあたえる影響」館長・柳澤。第二日目:「ササユリの花と昆虫、そして生活史について」学芸員・千葉、「大町市に生息する高山蝶」学芸員・清水、「蓮華岳におけるライチョウのナワバリとその繁殖」副館長・宮野。

二日間の参加者は、市民の皆さんや大町山岳博物館友の会会員の方々を中心に、延べ約一〇〇名をかぞえました。

発表後も参加者の皆さんから活発なご質問やご意見があり、ご参加いただいた方々だけでなく、企画した私たち博物館スタッフにとっても大変に有意義な場となりました。今後、こうした機会以外にも調査研究の成果などを企画展や野外観察などによって、多くの皆さんにお伝えしていきたいと考えています。

北アルプス登山がからだに与える影響①

柳澤 昭 夫

はじめに

大町山岳博物館では一昨年(平成十三年)、爺ヶ岳登山における中高年登山者の末梢動脈血酸素飽和度および心拍数について測定した。北アルプス登山は、三〇〇〇m弱の山ではあるが、高地低圧環境の酸素分圧の低下が血液の酸素飽和度に影響を与え、心拍数が増加し、中高年登山者の心臓負担が増加することが分かった。昨年(平成十四年)も引き続き、第五十二回大町市民登山・燕岳登山の参加者(平均年齢五〇・九歳)と大町第一中学校二学



パルスオキシメーターによる測定の様子

年の爺ヶ岳登山の二八名を対象に、末梢動脈血酸素飽和度(注1)と心拍数についてパルスオキシメーター(注2)を用いて測定した。登山は低酸素環境化において、荷物を背負って長時間にわたって行動するというから、だに大きな負荷のかかる運動である。水分の摂取が体調の維持に大きな意味を持つことから、燕岳市民登山参加者については合わせて水分摂取量について調査した。全てのエネルギーは、ATP(アデノシン三リン酸)で体内には少量しか貯蔵されておらず運動が激しいと、一〜二秒でなくなってしまうのでクレアチニン酸からATPを再合成する。しかし全力運動では七〜八秒でクレアチニン酸も底をつく。エネルギーの多くは、炭水化物や脂肪の分解(代謝)によってまかなわれる。炭水化物はグリコーゲンやグルコース(ブドウ糖)としてたくわえられているが、激しい運動で酸素を使わずにATPを合成すると疲労物質である乳酸がたまり、痛みや痙攣を引き起こし、運動できなくなる。貯溜した乳酸の分解やグルコースや脂肪を燃焼し長時間運動をするには、酸素を体内に入れたATPを作らなくてはならない。したがって登山のような長時間に渡る運動では酸素をいかにたくさん取り入れるかが重要になる。つまり、酸素を体内に取り入れる能力の優れた人ほど余裕のある登山になる。この能力を酸素摂取能といい、単位時間内にどれだけ酸

素を摂取できるか、その量が長時間運動における能力を決定する。最大酸素摂取量($\dot{V}O_2$ max、一分間に摂取した最大酸素量)として測定して持久的運動の体力の目安にしている。簡便には十二分間でどのくらいの距離を走ることができたかその距離で酸素摂取量を測ることができる。例えば、十二分間で三二〇〇m以上走ることができた人の $\dot{V}O_2$ maxは六〇ml/min以上で非常に優れた持久的体力の持ち主である。

大気中の酸素は呼吸によって肺胞に入り、薄い肺胞壁を透して血液中のヘモグロビンと結合し、毛細血管を経て細胞内に移行しエネルギーを作り出す。酸素がこのような過程を経て肺胞から細胞まで移行するのは、単純に物理的に酸素分圧の高いところから低いところへと酸素分圧差によって移行する。

高山へ登るにしたがい、大気圧が低下すると当然酸素分圧も低下する。ただし気圧が低下しても大気中の酸素濃度は約二一%で二酸化炭素(CO_2)は〇・〇四%で残りは窒素でこの割合は変わらない。

大気圧は低下すると肺胞内酸素分圧も低下し、肺胞内酸素分圧と細胞との酸素分圧の較差は小さくなって、まずは肺胞から動脈血に酸素が十分移行せず、動脈血の酸素飽和度が低下する。通常一気圧で九七〜九八%、動脈血は酸素で充たされているが、高山へ登ると動脈の血液は九〇%くらいしか酸素は充たされていない。ちなみにヒマラヤなどの登山では七〇%以下になることもある。

そこで昨年に続き八月四〜五日に行われた第五十二回大町市民登山(燕岳)の参加者と八月二十二〜二十三日に行われた大町第一中学校の生徒を対象にパルスオキシメーターを

用いて末梢(毛細血管)の動脈の血液がどれだけ酸素で充たされているか測定した。合わせてそのときの心拍数も測定した。

注1. 末梢動脈血酸素飽和度 SpO_2 (血液に酸素が含まれる割合)

注2. パルスオキシメーター 指先にはさんで酸素が血液に含まれる割合と一分間の心拍数を測る用具。

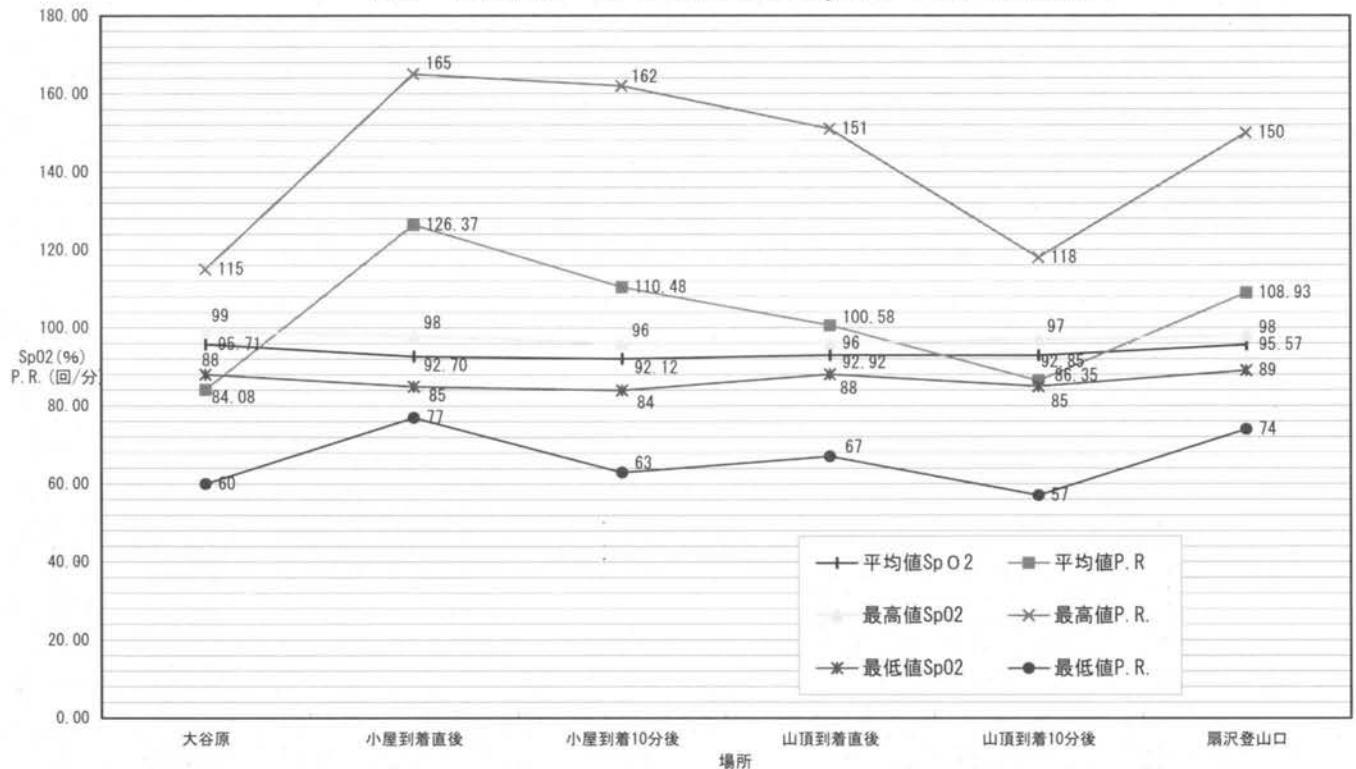
結果と考察

平地(一気圧一〇一三hPa)では九六〜九八%と動脈の血液は十分に酸素を含んでいる。第一中学校の生徒は登山口の大谷原では平均九六・三三%であったが冷池小屋(標高二四八八m)では九二%に低下し、一泊後の爺ヶ岳山頂(二六六九・八m)では九二・八%と大谷原に比べて減少した。推測値であるが冷池小屋は七五五hPa、爺ヶ岳山頂は七三九hPaと一気圧より二五・四七%、二七・〇五%それぞれ気圧が低下した影響が見られた。扇沢(一三四〇m、八六四hPa)へ下山すると気圧も上昇するので九五・五七%まで回復した。

市民登山参加者(平均年齢五〇・九歳)は中房登山口(一四四五m、八三七hPa)では九五・七%であった。

燕山荘(二七〇四m、七三三hPa)に到着したときは平均八九・八%まで減少した。一泊後の燕岳山頂(二七六二m、七三一hPa)では八九・九%で燕山荘到着時とほとんど変化しなかった。中房登山口まで下山すると九四・五%に回復した。

三〇〇〇mに近い北アルプス登山では、気圧の低下にともない血液は十分酸素で充たされていないとはいえない。ちなみに平地で九〇%以下に低下すると病院の集中治療室に入

表1 大町第一中学校生徒のSpO₂、P. R. の比較

ることになるという。市民登山の参加者のうち血液酸素飽和度が七九%まで低下した者が見られたが高山病などの症状は観察されなかった。第一中学校生徒では八五%まで低下した者がいたが異常症状は見られなかった。

末梢動脈血液酸素饱和度(SpO₂)の低下、つまり血液の中に十分な酸素を取り込むことができないと、細胞(組織)に十分酸素を供給できない。酸素の供給を補うため血流を増加させる。仮に平地で一分間に二ℓの血液を細胞へ送っていたとすると、平地で九%あった酸素飽和度が八〇%に減少すれば、減少分二〇%を補うため血流を二〇%増加させれば、つまり二ℓ/分を二・四ℓ/分増すと細胞(組織)まで一分間に運ばれる酸素量は同じになる。

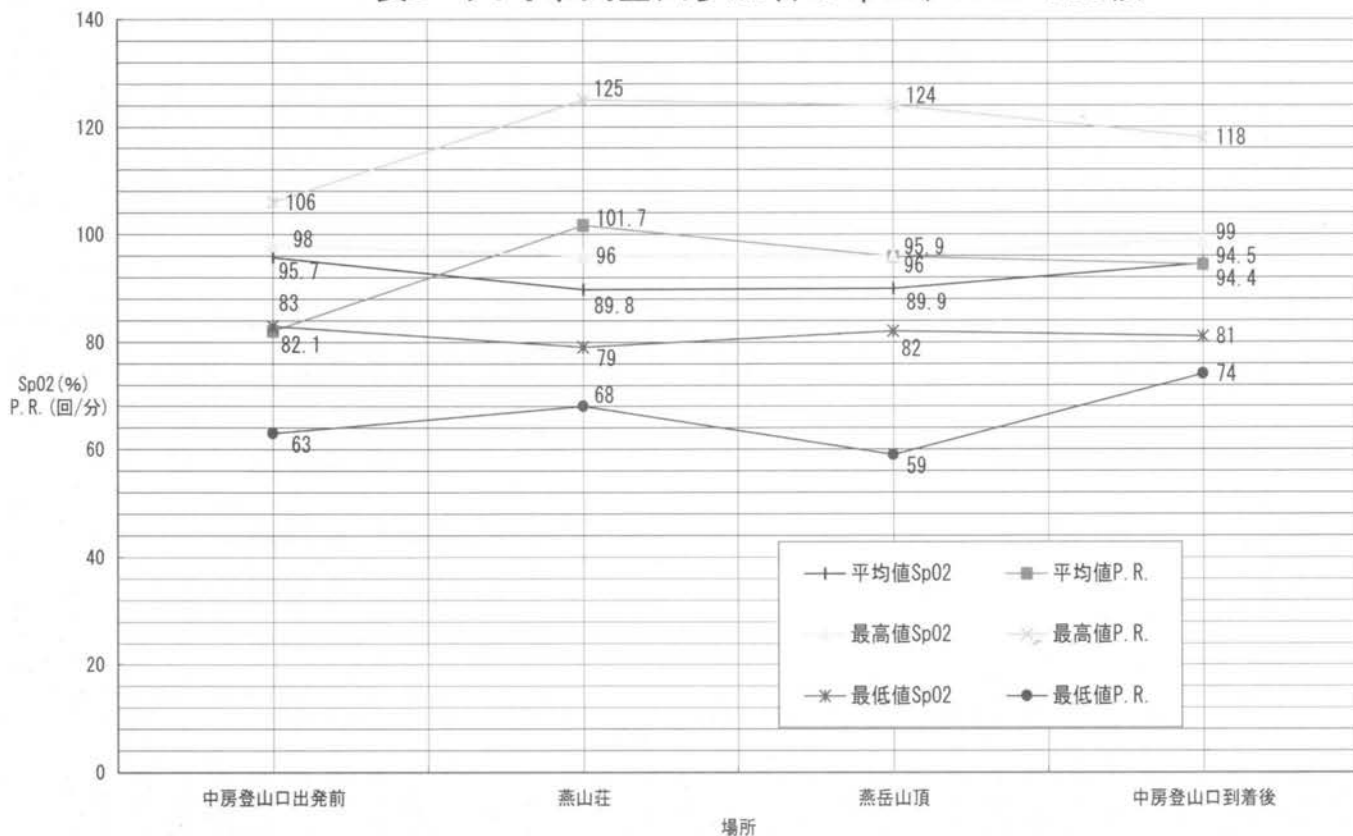
六%増加した。一方、第一中学校の爺ヶ岳登山における気圧は、大谷原で八七五hPaと推測される。冷池小屋は七五五hPa、爺ヶ岳山頂は七三九hPaと昨年の爺ヶ岳登山の測定値から推測される。大谷原を基準に考えると冷池小屋で一三・七%の気圧の減少で、〇・七四五気圧で一気圧より二五・四%減少している。爺ヶ岳山頂は大谷原より一五・五%低下し〇・七三気圧である。一気圧の平地より二七・〇%低い。第一中学校生徒の心拍数は第一日目の冷池小屋で一〇〇/分、爺ヶ岳山頂では心拍数八六・三/分、二・六%増加したに過ぎない。

心拍数の増加は血流量の増加を示すが、このため心臓の負担が大きくなっている。

市民登山の参加者の平均年齢は五〇・九歳である。個人差があるものの、最高心拍数は加齢とともに減少する。通常は二二〇から年齢を引いた数値を最高心拍数として用いているので市民登山参加者の平均最高心拍数は(二二〇・五〇・九)一六九・一/分である。十分な休息時に一〇〇/分であることは最高心拍数の五九%に当たる。

心拍数が最高心拍数の六〇%を超えると、トレーニングを積んでいない者にとって血中に疲労物質である乳酸が溜まる強い運動をしている状態に当たる。平地であれば、一〇分間の休息をすると安静時心拍数に戻る。このことからすると、市民登山参加者は休息中とはいえ心臓にかかる負担は大きいといえよう。第一中学校生徒は年齢十三・十四歳と若く、最高心拍数は二二〇/分と推測できる。第一中学校生徒の休息時心拍数は冷池小屋で一〇八/分、爺ヶ岳山頂で八六・三/分である。

市民登山参加者の心拍数は平均一〇〇/分、爺ヶ岳山頂で八六・三/分である。

表2 大町市民登山参加者のSpO₂、P.R. の比較

それぞれ最高心拍数の四九%と三九・二%に当たる。したがって心臓にかかる負担は少ないと考えられる。

市民登山参加者は燕山荘で宿泊後、高度のやや高い燕岳山頂でSPO₂は変化を見せないものの心拍数は一〇〇/分拍から九五・九/分拍へと四・一%わずかながら減少している。

第一中学校生徒は冷池小屋一泊後、標高二〇〇m近く高い爺ヶ岳山頂でもSPO₂は一〇・八%上昇であったが心拍数は一〇八/分拍から八六・三/分拍へと二〇・一%も減少した。

人は高所(気圧の低い所)へ滞在すると低圧環境へ順応する。酸素摂取量(呼吸換気量など)が増加したり、酸素の運搬量が増加(ヘモグロビンの増加など)したり細胞(組織)レベルで酸素を効率よく利用するようになる。たった一泊の滞在でヘモグロビンが増加したり、細胞レベルの酸素効率利用が向上したとは考えにくい。市民登山参加者は比較的高齢であるためかもしれないが、一泊による低酸素環境への順応は心拍数からは認められない。しかし第一中学校生徒は明らかに心拍数が低下し、低圧環境への適応しているように見受けられる。

過去、大学山岳部員およびその指導講師(現役の指導者)を対象に入山前と五日間の山行後の体力測定を実施した。一般的に瞬発力、敏捷性、筋持久力、全身持久力などの測定を行った。五日間の冬山山行で疲労も見られ、下山後は体力が低下した。しかし不思議なことには全身持久力だけは向上していた。赤血球の増加や毛細血管網の発達などたった五日間で望めないが、換気量の増加など低酸素環境

(山地)の影響で酸素摂取能が向上したとしか考えられない。個人的には感覚的に疲労していても山行直後に十二分間走で測定すれば最大酸素摂取量(VO₂max)は向上した。また山行後、最大酸素摂取量が向上するメカニズムや登山が体力にどのような影響を与えているかについての調査研究は不足している。

【つづく】
(大町山岳博物館館長)

お知らせ

現在、大町山岳博物館では京都・大阪・名古屋を巡回する美術展「安曇野美術館紀行展」(主催・NHKきんきメディアプラン)に、当館所蔵の山岳画10点を展示しています。この巡回展は安曇野に点在する美術館や博物館でつくる「安曇野アートライン推進協議会」が協力し、各館の所蔵作品を一堂に集め、約140点の個性的な作品を都会にいながらにして楽しめるものです。すでに京都高島屋での展示を終え、これに続いて次の会場・会期で開催予定です。

・なんば高島屋 3月26日～4月6日

・JR名古屋高島屋 4月9日～4月21日

近在の方をはじめ、お近くへお出かけの皆さんには、ぜひ会場へ足を運んでご高覧くださいませようご案内いたします。

山と博物館第48巻第3号

発行 二〇〇三年三月二十五日発行
〒287-0002 長野県大町市大字大町八〇五六一
市立大町山岳博物館

TEL 〇二六-一三二二〇二二
FAX 〇二六-一三二二二二三

印刷 大系タイムス(株)
定価 年額一、五〇〇円(送料共)(切手不可)
郵便振替口座番号 〇〇五四〇一七二二九九三