

デイハイクの運動強度とエネルギー代謝概観

富岡 徹・槇野 均・今西文武

はじめに

名城大学商学部は、2000年に経営学部と経済学部とに分離独立した。この年より、両学部の新入学生を主な対象とし、名城大学農学部付属春日井農場より天白校舎に向けて歩く行事が行われ、2002年で3回を数えることとなった。本行事は学内で「デイハイク」と名付けているが、このような行事は「新歓ハイク」と称して多くの大学で実施されているようである。入学時に学生間のコミュニケーションを深めることが有意義であるとの判断から、広く導入されているものと思われる。特に、最近の若者はコミュニケーション能力が欠除しているともいわれ、大学全体や研究室、サークルなど組織の大小に問わず行われている。

しかしながら、他大学の「新歓ハイク」はサークルなどの学生団体や学生部が主催し、参加者の自由意志をもって行われることがほとんどのようである。このような場合、コミュニケーションの確立を目標とするにもかかわらず、不参加者とその後の学生生活において隔離しかねない風潮が生まれる危惧もある。やはり、もともと他者との関わりに積極的でない「新歓ハイク」への不参加者をどのようにしてその場に引き出すかが重要と考えられる。そこで、我々の「デイハイク」は実施日を休講にし、「学部行事として」実施することでより高い成果を得ることが出来るよう配慮されている。しかしながら、新入学生全員が原則として対象者となる場合、体力的に自信がない者にも参加を強いることにな

り、安全面での配慮は充分に行われなければならない。

ところで、このような長時間運動における生体負担度といった科学的観点から見ると不明な点も多い。長時間運動に関わる従来の研究は、走運動としてのマラソン(42.195 km)¹⁾ やウルトラマラソン(100 km)^{2,3)}、スパルタスロン(246~250 km)⁴⁾、複合運動としてのトライアスロン^{4,5)} など、高強度運動を対象とするものが多い。それらからは、筋細胞からの酵素の逸脱、血中のエネルギー代謝に関与するホルモンや抗ストレスホルモンの増加(ある種は減少)という現象が起こることがわかっている。また、スパルタスロンのような「超」長時間走運動では、心機能の低下(心臓の疲労)現象が確認され、体調管理の重要性が指摘されている。

また、比較的低強度となる歩行運動に関して目を向けると、歩行運動と打撃運動とをミックスしたゴルフのラウンドを対象とした研究^{6,7)}がある。しかし、ゴルフのラウンドは初心者と上級者では運動強度に差異が生じる上、途中停止しての打撃運動は無酸素運動を強いるものであり、参考にする上で考慮が必要である。また、他大学における同趣旨の行事における事例⁸⁾があるが、「ナイトハイク」として交通量の少ない夜間に実施しており、ホルモンバランスや歩行スピードなど本学における「デイハイク」における生体負担度を考えるうえで、同一視して考えることは出来ない。

そこで、本研究では本学における「デイハイク」参加者への生体負担度と運動量を検討し、

その安全性について検証することとした。

1 方 法

1. 運 動

対象行事は、2001年4月28日(土)に行われた新入生歓迎行事「デイハイク」とした。行程は、春日井市の農学部付属農場を出発点とし名城大学天白校舎までの約30kmであった。コース概略図を図1に示した。なお途中小幡緑地を昼食時休憩地としたが、休憩の時刻・時間は各個人によって異なった。当日の天候は曇りで、

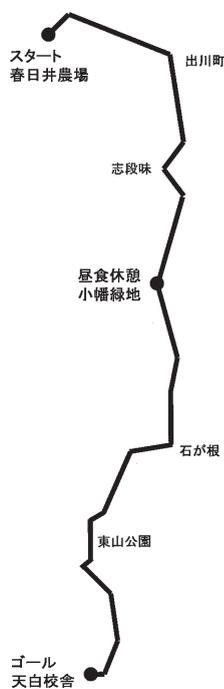


図1 コースの概要

気象庁発表による名古屋における最高気温は22.2度、湿度24-36%、最高風速4.3m/min(02年度(後述)は最高気温21.1°C、湿度41-53%、最高風速4.6m/min)であった。

参加者は10名のグループを作り、先導する体育科目担当教員によって主観的に適切と判断された歩行速度で歩いた。また、管理上の観点から前者との間隔が開かないよう配慮することを求めた。なお、信号においては交通規則に則り一時停止した。また、途中信号が変わりそうな場合等には小走りすることも強いた。

2. 対象者

「デイハイク」の参加対象者はおもにおよそ700名の新入学生であった。測定対象者は、測定の目的に同意し協力を申し出た新入学生8名(男子6名、女子2名:平均年齢18.3才)および教員2名(35歳, 67歳)の計10名であった。測定対象者の身体的特性は表1の通りである。なお、対象者Jは次年度の同一行事においても測定を行った。

3. 測定項目

(1) 歩 数

「デイハイク」中の歩数を、佐藤計量器製作所社製デジタル歩数計(DX-200)により計測した。

(2) 心拍数

1) 心拍数

運動強度を観察するために、運動中の心拍数を記録した。測定器具としてPOLAR社製ハー

表1 対象者の身体的特性

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	平均	J-02
身長(cm)	167	163	171	172	163	165	164	160	175	173	167	173
体重(kg)	58	53	63	62	70	56	54	52	75	70	61	71
BMI	20.8	19.9	21.5	21.0	26.3	20.6	20.1	18.8	24.1	23.4	21.6	23.4
年齢	18	18	18	18	18	18	19	20	67	35	25	36
最高心拍数	202	202	202	202	202	202	191	190	153	185	193	184
安静時心拍数	70	68	72	55	80	70	62	54	72	50	65	50

トレイトモニター（アキュレックス プラス）を用い、60 秒間隔記録モードで記録した。データは、POLAR 社製データ処理システム（インターフェイスプラス）を介してパーソナルコンピュータに取り込み、平均心拍数、運動強度、消費カロリーを解析した。

なお、安静時心拍数は対象者の自己申告したものをを用いた。

2) 運動強度

得られた心拍数の結果より運動強度を算出した。運動強度は、一般化されているカルボーネンの式を用いて算出した。すなわち「{(運動時心拍数-安静時心拍数)/(最高心拍数-安静時心拍数)}×100」という安静時心拍数を考慮した最大心拍予備能(%HR_{reserve})を用いた。なお最高心拍数は一般的に用いられる「220-年齢(女性は210-年齢)」より推定した。

3) エネルギー消費量

エネルギー消費量(消費カロリー)は、アメリカスポーツ医学協会が提示する式⁹⁾を用いて推定した。すなわち「水平歩行時の推定酸素摂取量(ml/kg/分)=安静時酸素摂取量(3.5 ml/kg/分)+0.1×分速(m/分)」に、「酸素1リットル当たりのエネルギー消費量=5 kcal」という原則を代入して求めた。

なお、歩行速度は、全行程の距離(30 km)を各人がスタート時刻よりゴール時刻までに要した時間(昼食休憩を含む)によって単純に除して求めた。

4) 血液成分

エネルギー代謝状況を観察するために、対象者Jに対して血糖値及び血中乳酸濃度を測定した。血液は指先よりランセットにより得た。採血は、運動開始1時間までは20または30分間隔、それ以降は原則として1時間間隔で被検者自身により行われた。血糖値は、ARKRAY社製小型血糖測定機(グルコカードGT-1640)により、血中乳酸濃度はARKRAY社製簡易血中乳

酸測定器(ラクテートプロLT-1710)によって速時に測定した。

II 結 果

1. 運動時間

対象者の平均運動時間は6時間50分23秒であり、各対象者の結果は表1に示される通りであった。また、対象者Jにおける2ヵ年の結果は、01年度が6時間44分51秒、02年度が6時間49分26秒と大差ないものであった。

運動に要した歩数は平均41,928歩であった。個人間で比較すると、女子は男子に比べ多く、また身長が低く運動時間が長いことで歩数が多くなる傾向を示した。

2. 心 拍 数

(1) 心拍数

対象者における運動中の心拍数の推移を図2-1、2-2に示した。対象者間で絶対値において差異がみられ、80~100拍前後で推移する者(Subj. D, E, H)、100~120拍前後で推移する者(Subj. A, C, G, J)、時折140拍を超えることがある者(Subj. B, F, I)とが観察された。全体から観察すると、歩行中は安静時より高値で推移し、昼食休憩時間に相当する開始3時間後頃に一度低下し、再度上昇する傾向を示した。また運動後半の心拍数は前半に比べ高値で推移する傾向を示した。一方で、対象者Iにおいては、昼食休憩時も心拍数は低下しなかった。なお、2ヵ年にわたって計測した対象者Jの2回の結果はほぼ同様の結果を示すものであった。

各対象者の運動中平均心拍数は表3に示す通りであった。対象者Jの2ヵ年の平均心拍数は01年度、02年度それぞれ108拍、111拍と若干増加していた。

(2) 運動強度

運動時心拍数より算出した各対象者の運動強

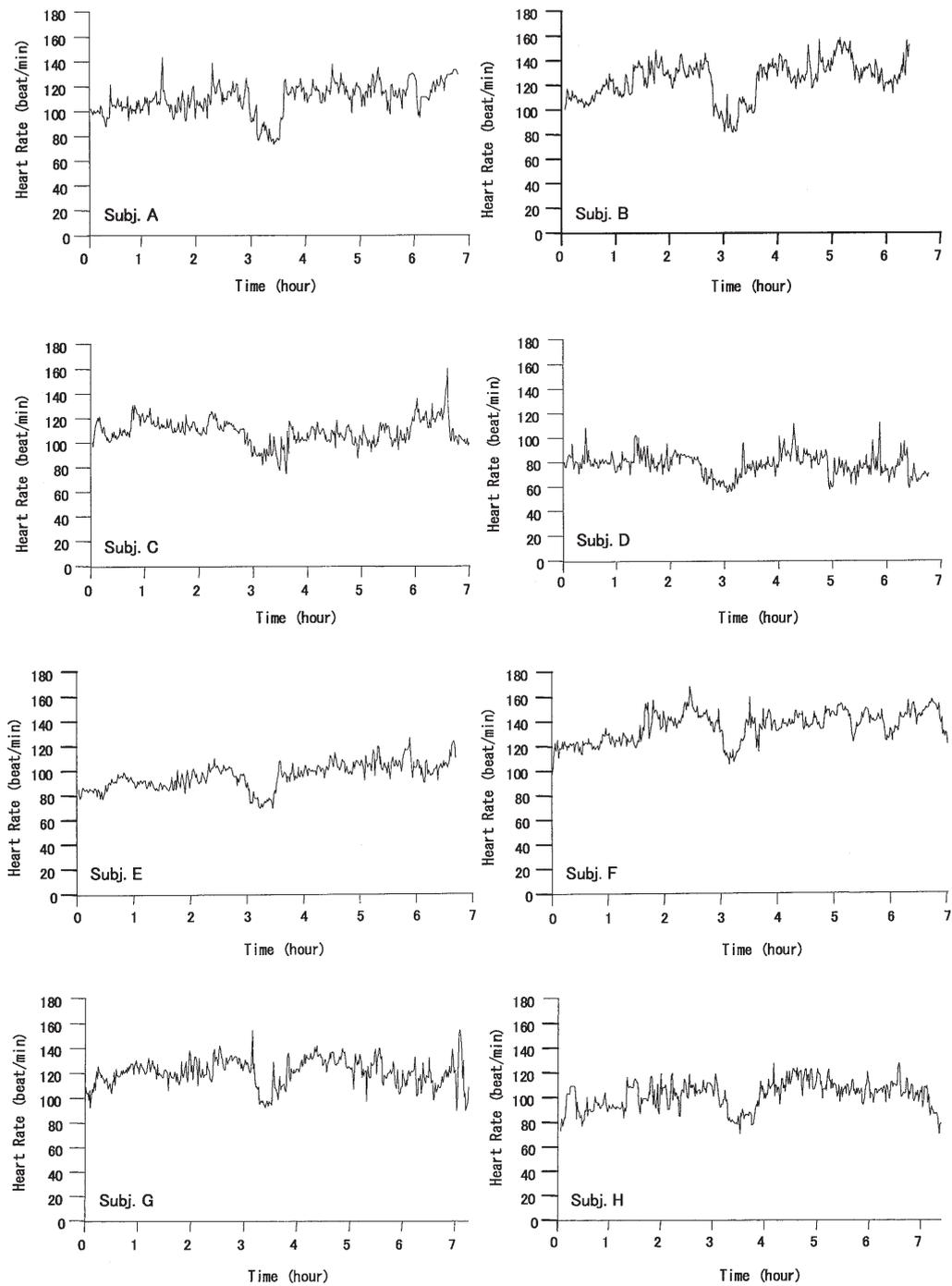


図 2-1 デイハイク中の心拍数変動 (対象者A-H)

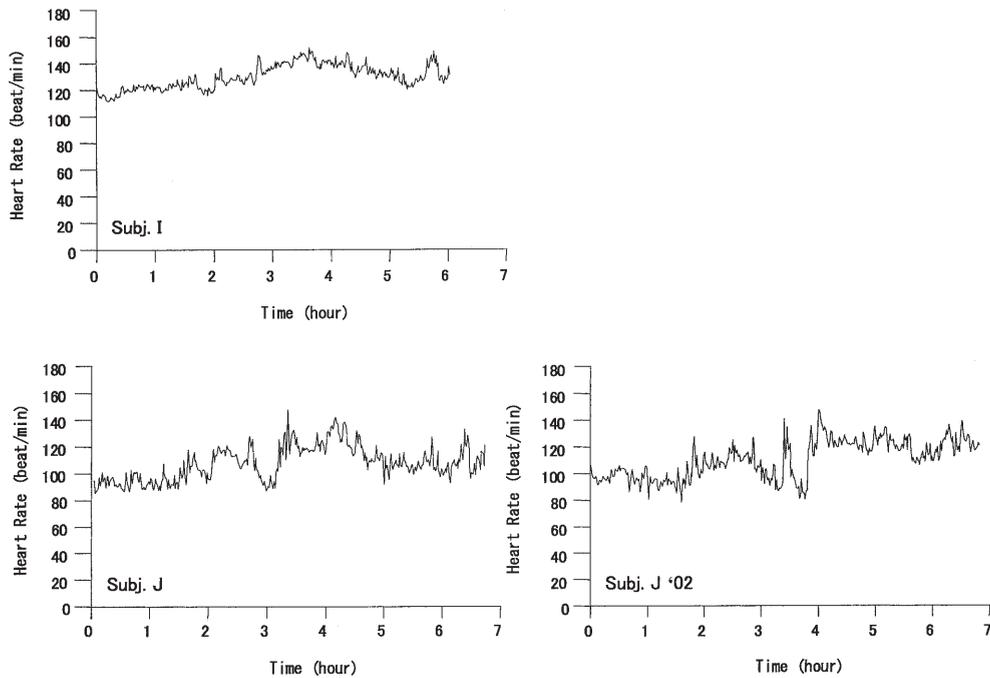


図 2-2 デイハイク中の心拍数変動 (対象者 I-J)

度は、平均 $36\%HR_{reserve}$ であった。しかしながら、個人間で観察すると $16\%HR_{reserve}$ の者から $60\%HR_{reserve}$ の者まで大きな差が見られた。

次に、運動中における各運動強度レベルでの運動が占める時間的割合を図 3 に示した。多くの対象者では運動全体が $50\%HR_{reserve}$ 以下の強度で占められている一方、対象者 F, G, I, J においては $60\%HR_{reserve}$ を超える強度での運動が観察された。また、対象者 I においては $70\%HR_{reserve}$ を超える時間が認められた。

加えて、2 ヶ年にわたって計測した対象者 J における結果を比較したものを図 4 に示した。運動強度の平均値は $43\%HR_{reserve}$ から $45\%HR_{reserve}$ へと微増する程度であった(表 3)が、その内訳について観察すると、運動強度が低い時間が減り高い時間が増える傾向があった。

(3) エネルギー消費量

歩行時間から求めたスピードと自己申告による体重をもとにエネルギー消費量を算出した。なお平均速度は、 $73 \pm 4.5 \text{ m/min}$ (時速 4.4 km) であった。得られた結果は、表 3 の通りで

表 2 各対象者における歩行に関する各指標(歩行時間, 歩数, 速度, 心拍数, エネルギー消費量, 運動強度)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	平均	J-02
歩行時間	6:51:10	6:26:09	7:06:00	6:47:03	7:01:23	6:42:21	7:15:39	7:26:26	6:02:47	6:44:51	6:50:23	6:49:26
歩数	44525	36990	35500	38633	41167	39008	59228	42887	43051	38427	41942	—
時速(km)	4.4	4.7	4.2	4.4	4.3	4.5	4.1	4.0	5.0	4.4	4.4	4.4
エネルギー消費量(kcal)	1287	1153	1415	1372	1566	1234	1221	1186	1600	1546	1358	1573
平均心拍数	111	122	105	79	136	96	121	102	120	108	110	111
平均運動強度(% $HR_{reserve}$)	31	40	26	16	46	20	46	35	60	43	36	45

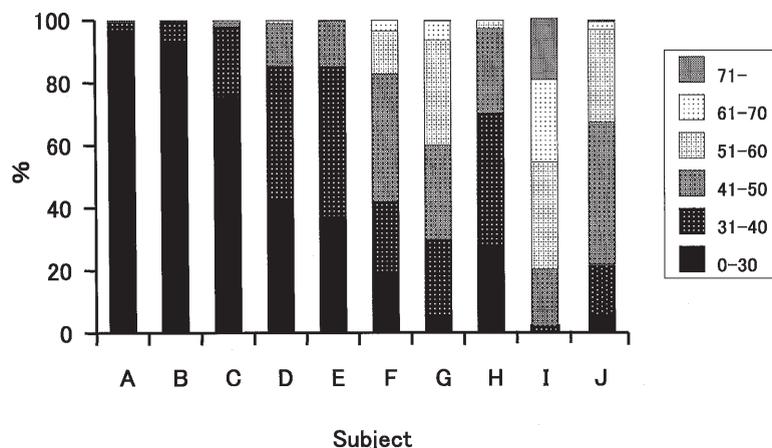


図3 各対象者の運動強度別時間占有の割合
(凡例は心拍数より求めた%HR_{reserve}を示す)

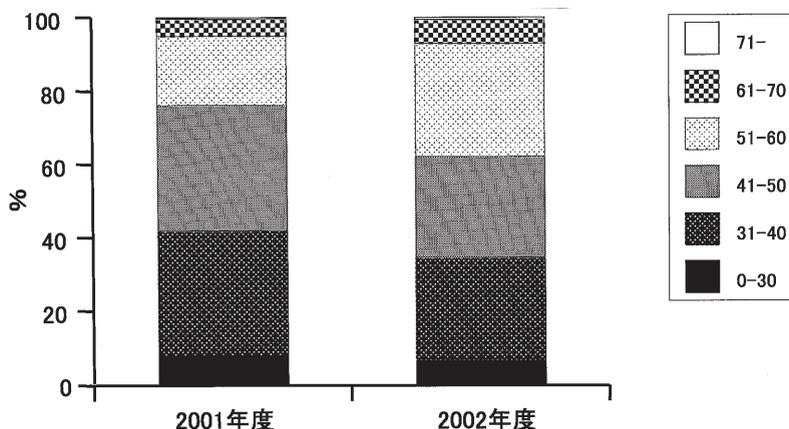


図4 対象者Jにおける2カ年の運動強度別時間占有の割合
(凡例は心拍数より求めた%HR_{reserve}を示す)

あった。すなわち、平均 $1,358 \pm 167.1$ kcal であるが、体重の軽い者と重い者との間で $1,153$ kcal から $1,600$ kcal までの差が見られた。なお、対象者Jの結果は、01年度、02年度それぞれ $1,546$ kcal, $1,573$ kcal と若干増加していた。

(4) エネルギー代謝

対象者Jに対し末梢血より測定した血糖値の推移を図5に示した。運動開始時は 120 mg/dl 前後であったのに対し運動1時間後まで減少し (01年度 82 mg/dl, 02年度 91 mg/dl), その後

上昇し再度減少していく傾向を示した。02年度においては、4時間後に再度 142 mg/dl まで上昇するものの、その後減少しゴール直前再び増加した (6時間15分後: 88 mg/dl, 6時間45分後 109 mg/dl)。

さらに血中乳酸濃度の動態を図6に示した。運動開始後経時的に増加し、01年度は 11.6 mmol/l, 02年度は 15.6 mmol/l にまで増加し、その後減少していく傾向を示した。

なお、01年度については本来の先導業務に専

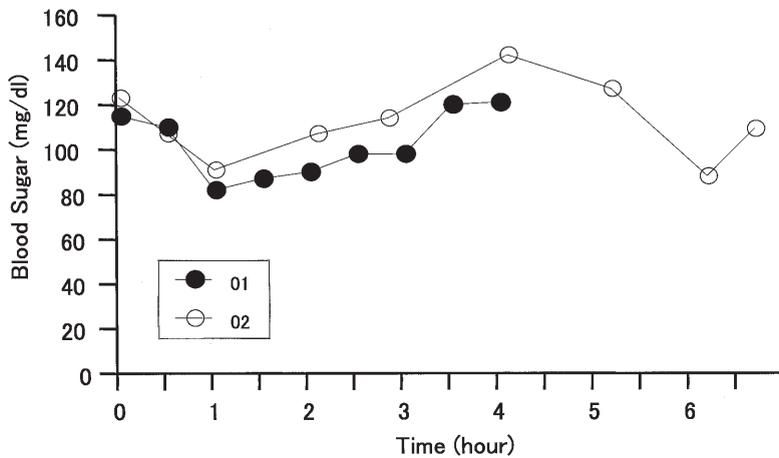


図5 対象者Jにおけるデイハイク中の血糖値の変化

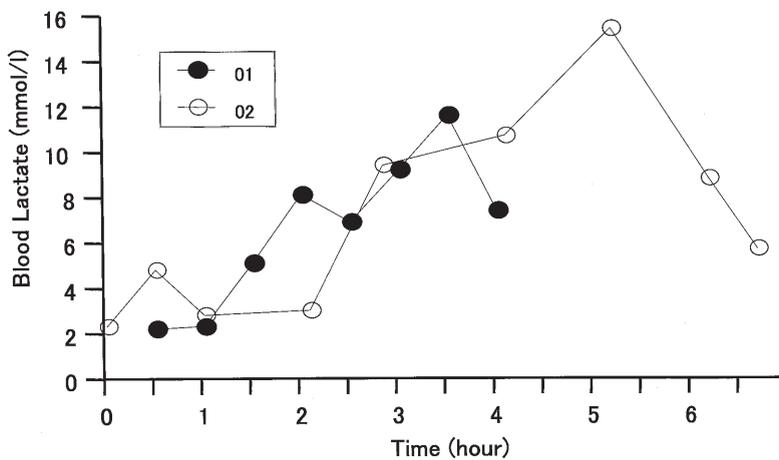


図6 対象者Jにおけるデイハイク中の血中乳酸濃度の変化

念するため運動開始4時間後以降両指標ともデータを得ることが出来なかった。

III 考 察

「新歓ハイク」は多くの大学において実施され、人的交流を促進する上で効果をあげているように思われる。本学部においても、学生間のコミュニケーションは円滑になったように感じられ、効果が得られているように思われる。一

方において、名城大学経済・経営学部の学生の体力は全般的に高いものとは言えず^{10,11)}、学生の日常生活や卒業後の生活への不安を拭いきれない。文部科学省の報告¹²⁾によると、体力・運動能力テストの測定結果は昭和55年以降一貫して低下の一途をたどっている。また、体力の高い者と低い者との二層化が進んでいることも指摘されている。

このような背景の中、目的を果たすためとはいえ参加者に長時間運動を強いる場合、科学的

検証が必要である。これまで、気温や温度などの環境要因に配慮し、歩行速度を考慮して行えば30 kmの歩行運動といえども十分安全であり、運動中・後の疲労も許容範囲であることを先行研究¹³⁾より確認し「デイハイク」を実施してきた。しかしながら、対象となる参加者やコース、時期など本行事に対して検証することは不可欠と考え測定を行った。

「デイハイク」は、新入学生をおもな対象とすることから、4月末の比較的涼しく湿度の低い日時に行ってきた。おもな対象となった01年度は22.2°C、湿度24-36%と発表されている。この時の湿球温度はおよそ13°Cであり、日本体育協会による熱中症予防のための運動指針¹⁴⁾によれば「ほぼ安全：水分適宜摂取」という環境レベルであった(02年度も同レベル)。「デイハイク」においても、歩行開始時に飲料水を配布しており、安全面の考慮は充分なされているといえよう。

対象者の平均運動時間はおよそ7時間、平均歩数はおよそ42,000歩までに達した。これは、文部科学省より報告される平均的な日本人の1日の歩数(男性8,202歩、女性7,282歩)¹⁵⁾の5~6倍に相当し過酷なものと思われる。しかしながら、飲食物を摂取しない歩行でも35 kmくらいまでは生体に大きなストレスとはならないという報告¹³⁾から、飲食物の摂取を制限しなかった「デイハイク」は健常者にとっては充分安全な運動であると考えられる。また、江戸時代1日およそ10里(40 km)を連日¹⁶⁾草鞋で歩いていたことを考えれば、いかに現代人は身体活動の基礎となる歩行運動の量が減少しているかを経験的に知ることが出来る。

「デイハイク」の平均スピードは時速4.4 kmであった。この速度は、日本人の日常の歩行速度(時速4.2~5.4 km)¹⁷⁾の範囲内にあるが経済速度(エネルギー消費量が少なく効率的に歩くことが出来る速度：時速3.6~4.8 km)¹⁷⁾に

比べ速いものであった。したがって、参加者の多くにとっては日常生活レベルの運動であったが、ウォーキングに相当する参加者も含まれていたことが推察される。

心拍数測定の対象者は、授業時などに測定の目的と危険性を説明し協力を募った結果応じた15名のうち、測定器具装着の不備のためデータの得られなかった者を除いた10名であった。選抜方法より、対象者は自己の体力に関心を持つ者が集まった可能性がある。学生とともに参加した対象者I(67歳：教員)は、聴き取り調査により日頃ハイキングに慣れ親しんでいることがわかっているほか、対象者J(01年当時35歳)は体育科目担当教員であり、同年齢層より高い体力レベルにある可能性は考慮しなければならない。

学生の対象者は年齢が18歳、19歳であったことから、最高心拍数は概ね男子：200拍、女子：190拍と推定できる。そこで、得られた心拍数の結果から算出すると、平均運動強度は36%HR_{reserve}であり、低強度の有酸素運動であるといえる。しかしながら、高齢な対象者Iにおいては、平均値では60%HR_{reserve}と有酸素運動の範囲内ではあるが比較的高値であった。このことは、対象者Iの歩行スピードが平均値より1割以上速かった(表2)ため心拍数が増加したことが一因と考えられる。また、対象者Iの場合、日頃の運動習慣によって高められた持久性能力(トレーニング効果)によって、比較的高強度であっても長時間の有酸素運動が遂行可能となったものとも考えられる。しかしながら、昼食時でも心拍数があまり低下せず、歩行中に時として85%HR_{reserve}程度の運動強度になることが観察されたことから、急性障害予防の観点から、摂水や休息、安全な歩行速度など十分な注意が必要であることも示唆された。

対象者Jの2ヵ年にわたる先導業務を比較すると、運動強度は2%HR_{reserve}の差が見られ

た。2回の「デイハイク」における湿度（01年度24-36%，02年度41-53%）と運動時間（01年度：6時間44分51秒，02年度：6時間49分26秒）といった運動環境の違いに加え，対象者の体調や体力，体重増加などがその要因と考えられるかもしれない。

歩行スピードと各対象者の体重より算出した消費エネルギー量は，平均 $1,358 \pm 167.1$ kcalであった。この数値は，日常生活での食品による摂取エネルギー量と比較すると，運動による消費エネルギー量の少なさを実感する。例えば，一般的なカツ丼のエネルギー量は976 kcal¹⁸⁾であり，これに豚汁（豚肉10g：75 kcal¹⁸⁾と缶コーラ350 cc（161 kcal¹⁹⁾を同時摂取した場合1,212 kcalにも達し，一食で「デイハイク」の消費エネルギー量に近似する数字に達してしまう。

また，体内に蓄積された脂肪の燃焼（運動による体脂肪の減少）という観点からみると，新たな事実気づく。すなわち，脂肪は1g当たり9 kcalの熱量を持っていることから換算すると，1,358 kcalのエネルギー消費は脂質だけが燃焼したと仮定して，およそ150gの脂肪の減少にあたる。しかし，実際には糖質も利用されているため，100g以下の脂質利用にほかならない。7時間近く歩いても体内の脂肪は100gも減少しないのである。このことから運動によって消費するエネルギー量の少なさ，言い替えばヒトの身体活動におけるエネルギー効率の高さをうかがい知ることができる。

なお，対象者によって1,153 kcalから1,600 kcalまでの差が見られたのは，体重の多少に関わるものと思われる。このことは質量の重いものを移動させるには多くのエネルギーを必要とするという物理学的視点から説明できる。同様に，対象者Jの1,546 kcalから1,573 kcalの差は，1 kgの体重増加による物理的によって必要とされるエネルギー量の増大の結果であると

説明できる。

運動中，指先より微量採血し血糖値と血中乳酸濃度を測定した。血糖値及び血中乳酸濃度は，運動に要したエネルギーの供給機構を推測する目安とすることができる。

運動開始前の血糖値は，朝食2時間後としては通常レベルと判断される範囲内であった。運動開始1時間後まで血糖値は減少し空腹時レベルにまで減少した。このことは，運動開始によって筋内に貯蔵されていたグリコーゲンだけでは運動が遂行できなくなったため，血中グルコースが作働筋に供給されたためと考えられる。しかしながら，その後運動を継続するにつれ血糖値は上昇し，運動開始前のレベルにまで回復した。このことは「糖新生」によるものと考えられる。体内に貯蔵されるグリコーゲンやグルコースはわずか210g(840 kcal分)²⁰⁾にすぎない。そこで，貯蔵される脂質やタンパク質，代謝産物として産生された乳酸より糖を作り出す必要が生じてくる。この機能が働かないと低血糖となり脳への糖供給が絶たれいづれ死にいたる。そのため，自律神経やホルモンの作用により体内に存在する脂肪酸やアミノ酸をもとに糖を産生する「糖新生」が起こる。絶食状態でないとき，運動時におけるアミノ酸酸化によるエネルギー産生はわずかである²¹⁾ことから，本研究において見られた血糖値の上昇は，体内の中性脂肪や血中遊離脂肪酸から糖が合成された結果によるものと考えられる。得られた運動強度から「デイハイク」は有酸素運動といえ，有酸素運動による体内脂肪の減少につながることを説明する結果となった。

02年度の運動開始4時間において血糖値が運動開始前のレベルより高値を示したのは，昼食摂取によるものと思われる。しかしながら，その後減少し再度上昇する結果は，「デイハイク」前半部分に見られた結果と同様であり，昼食前と同一の現象が起こっていることが示唆さ

れる。

一方において、運動強度からみると、有酸素運動でありながら血中乳酸濃度は運動開始後経時的に増加し、01年度においては11.6 mmol/l、02年度は15.6 mmol/lとかなりの高値を示す結果となった(図6)。この数値は、OBLA (Onset of Blood Lactate Accumulation: 乳酸値が4 mmolに達し、乳酸蓄積速度が高まる閾値)よりはるかに高いものである。一般に、筋組織に酸素が充分に行き渡るような比較的低い運動強度では、細胞内のミトコンドリアで機能するクレブス回路において、酸素を利用して非常に効率よくエネルギーを産生することができる。しかしながら、組織において酸素が不足した場合解糖系によって代謝(疲労)産物である乳酸が産生される。乳酸は、有酸素運動においても産生されるが、同時にエネルギー源としても利用されるため、その利用が間に合わない場合は乳酸蓄積が進むこととなる。

本測定において、心拍数の結果からは有酸素運動と判定されながら、無酸素運動の指標とされるOBLAレベル以上の乳酸値が観察された点については、局所的に無酸素状態が起きていたことが考えられる。

これまでの長時間歩行運動に関する研究では、脱水の指標となるヘマトクリット(Hct:血液中に含まれる血球成分の割合)の増加や生体内での炎症反応の指標となる白血球数や血中CRP(C-反応性タンパク質)濃度の増加、筋組織へのダメージを表すCK(creatine kinase)やGOT(glutamine oxaloacetic transaminase)といった局在酵素の逸脱による血中活性の増加が報告²²⁾されている。また、その数日後には運動前値まで回復することもわかっている。

このような先行研究からも、「デイハイク」は生体にとって負担であったことは明らかである。しかしながら、心拍数から推察する限り必

ずしも高い運動強度であったとはいえない。したがって参加者の健康状態に充分配慮し、安全面について適切な処置を行うことによって、その教育的価値を活かすことができるものと思われる。

IV ま と め

「デイハイク」における参加者への生体負担度について検証をすることを目的として測定を行った。

得られた結果は以下の通りであった。

- 1) 歩行時間はおよそ7時間であり、参加者の平均歩数はおよそ42,000歩であった。これは日本人の日常生活における1日の歩数の5~6倍に相当するものであった。
- 2) 平均歩行スピードは時速4.4 kmであった。この数値は日本人の日常生活における歩行速度の範囲内ではあるが、運動としてのウォーキングとしては遅いものであった。
- 3) 心拍数より求めた運動強度は平均36% HR_{reserve}であった。しかしながら個人差が見られた。このことは、日頃の運動習慣などによる影響を受けたものと思われた。
- 4) 心拍数と歩行スピードから求めた消費カロリーは平均1,358±167.1 kcalであった。この数値はカロリーの高い食事に照らしあわせると一食に近いものであることから、運動によるエネルギー消費量の少なさをうかがい知ることとなった。
- 5) 血糖値は運動開始とともに減少し、およそ1時間後から増加していった。運動後の血糖値の上昇は糖新生によるものと思われる。
- 6) 血中乳酸濃度は、運動開始後時間とともに増加し10~15 mmol/lにまで達した。このことは、休憩時間を含まない「デイハイク」のような長時間の有酸素運動では、乳酸の除去が産生に追いつかないことを示しているもの

と考えられた。

以上のことから、これまで行ってきた「デイハイク」は健康な参加者にとっては安全なレベルの運動であることが示された。しかしながら、全学生を対象とする場合、疾患を有するなど比較的体力的に劣る学生も含まれることから、これまで同様参加者の体調管理に配慮する必要性も認められた。

謝 辞

本研究の一部は、2001年度名城大学学術研究助成の支援によった。また、本研究は測定協力者に限らず行事实施のために、多くの教職員・学生の方々より多大なご協力を頂いた。ここに記して心より感謝申し上げます。

文 献

- 1) 有吉正博「マラソンのレース展開」Jpn J Sport Sci, 11: 654-660, 1992.
- 2) Musha, H., Nagashima, J., Awata, T., et al.: Myocardial injury in a 100-km ultramarathon, Current Therapeutic Research 58: 587-593, 1997.
- 3) 大宮一人, 高田英臣, 田辺一彦ほか「100 km マラソンにおけるナトリウム利尿ペプチド動態に関する検討」Jpn Circ J 60 (Suppl 1): 476. 1996.
- 4) 藤枝賢晴ほか「スパルタスロンとトライアスロンにおける血液生化学的変化の比較」体力科学 37(6) : 704, 1988.
- 5) 勝村俊仁「長時間持久運動後の心機能ならびに血清酵素活性の変化」東医大誌, 51 : 56-64, 1993.
- 6) 星川保, 亀井貞次, 松井秀治「ゴルフに関する体力科学的研究」体育科学, 4 : 89-98, 1976.
- 7) 北川薫, 高見京太, 石河利寛ほか「ゴルフのエネルギー消費量」ゴルフの科学 8 (1) : 1-5, 1995.
- 8) 吉村豊, 森正明, 田代俊郎, 北川喜一郎「'84ナイト・ハイク研究—心拍数測定からみたナイト・ハイクの身体活動量について—」中央大学保健体育研究所紀要, 3 : 108-123, 1985.
- 9) American college of Sports Medicine: ACSM's Guide lines for Exercise Testing and Prescription. 5th Ed., williams & wilkins, New York, 1995.
- 10) 富岡徹, 榎野均, 今西文武「商学部一部体育科学 I 履修生の体格と体力」名城商学 47(3) : 59-73, 1997.
- 11) 富岡徹, 榎野均, 今西文武「名城大学経済, 経営, 短期大学部体育科目履修学生の生活と体力」名城論叢, 投稿準備中.
- 12) 文部科学省「平成 13 年度体力・運動能力調査報告書」文部科学省HP, 2002.
- 13) 小野三嗣他「長距離歩行の指摘処方確立のための基礎研究—1—」体力科学, 30(4) : 193-205, 1981.
- 14) 日本体育協会「スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック」日本体育協会, 東京, 1994.
- 15) 厚生労働省「平成 9 年国民栄養調査報告書」第一出版, 東京, 1999.
- 16) 小泉八雲著, 平井呈一訳「東の国から: 新しい日本における幻想と研究 心, : 日本の内面生活の暗示と影響」恒文社, 東京, 1975.
- 17) 東京大学教育学部体育学・スポーツ科学研究室編「フィットネス Q&A」南江堂, 東京, 1989.
- 18) 上村泰子監修「目で見る食品カロリー辞典」学習研究社, 東京, 2002.
- 19) 香川芳子監修「五訂食品成分表 2002」女子栄養大学出版社, 東京, 2002.
- 20) 中野昭一編「図説・運動の仕組みと応用」医歯薬出版, 東京, 1982.
- 21) Maughan, R., Gleeson, M., Greenhaff, P. L.: Biochemistry of Exercise and Training. Oxford University Press, London, 1997.
- 22) 新井重信ほか「長距離歩行が生体に及ぼす影響について」防衛大学校紀要 (体育学編) 62(3-3) : 59-71, 1993.