

中長距離のトレーニングに関する研究

第 2 報

中 尾 隆 行
黒 田 十 三
三 浦 望 慶

1 緒 言

中長距離走で速く走るためには、大きな身体的エネルギーを持っていることが必要であるとされている。この身体的エネルギーの大きさは、運動を行う際に、身体エネルギーが酸化を起すことから酸素の消費量によって測定されている。そして、最も高い水準の全身運動を行なった際に発現されるエネルギーの指標として、最大酸素摂取量と、最大酸素負債量がある。^{13) 20)}

このうち、中長距離選手では、大きな最大酸素摂取量を示すことが、^{Åstrand³⁾, Robinson²⁰⁾, Saltin²¹⁾, Carter⁵⁾, 黒田¹⁶⁾}らの多くの研究者によって報告されている。

著者らは、第一報において、中長距離選手の最大酸素摂取量と記録の関係について検討した。そして、それらの間には、一定の関係があることを明らかにした。

しかし、最大酸素摂取量の大きさは、体格によって、かなり影響を受けるため、選手間の比較をするということから、Robinson 以来、体重 1kg 当りの最大酸素摂取量もあわせて報告されている。

また、^{Dill¹⁰⁾, Costill⁷⁾, 黒田¹⁷⁾}らは、体重当りの最大酸素摂取量が、単なる最大酸素摂取量よりも、Performance との間に、高い相関があると報告している。

そこで、本研究では、大学の長距離選手について、体重当りの最大酸素

摂取量と記録との関係を検討しようとした。

また、世界及び、日本の中長距離選手の最大酸素摂取量及び、体重当りの最大酸素摂取量が、どの程度の大きさであるかについて、これまで報告された文献をもとに検討した。

2 研 究 方 法

最大酸素摂取量の測定は、傾斜 5° (8.6%) のトレッドミルを用い、走スピードを漸増させ、オールアウトまで走らせる方法によって測定した。走スピードの負荷は、被験者の能力により、 $220m/min$ と、 $240m/min$ から始めるものの、2つに分けた。スピードの負荷は、2分間走らせた後に、1分毎に、 $10m/min$ ずつスピードを上昇させた。走行中の呼気は、1分毎にダグラスバッグに採気し、換気量の測定を行なった。オールアウト直前1分前と、2分前の各1分間の呼気ガスは、ベックマン O_2 、 CO_2 ガス分析器により分析し、最大酸素摂取量を求めた。走行中、被験者の胸部から反極誘導により、心電図を記録した。同時に、ガスマスク内にはサーミスターを取り付け、呼吸による温度変化を電気抵抗に変え、呼吸曲線を記録した。

全ての被験者のオールアウトタイムは、5~8分であり、オールアウト時の心搏数は、180以上、呼吸数は、50~70に達していたところから、最大酸素摂取量が得られたと考えられる。

被験者は、中京大学、名古屋大学、愛知教育大学の中長距離ランナー52名であった。

3 結 果 及 び 考 察

本研究では、体格と関連した、酸素摂取能力を明らかにするため、体重当りの最大酸素摂取量と、 $5000m$ の最高タイムとの関係を、陸上長距離選手を対象に検討した。

その結果は、図に示す通りであり、体重当りの最大酸素摂取量 (X) と、5000mの平均スピード (Y) の関係は、 $Y=0.0431X+2.50\pm 0.23$ という回帰方程式と、その標準偏差が得られた。

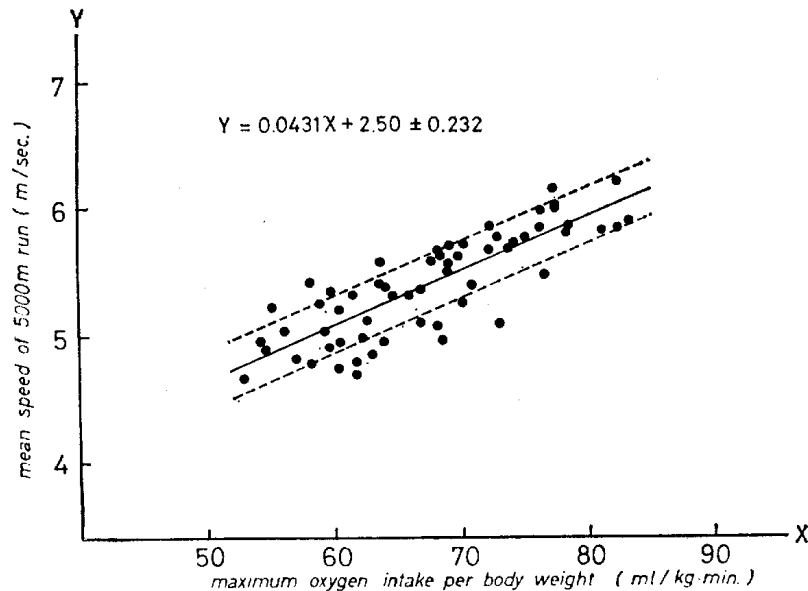


図1 5000mの最高タイムの平均スピードと
体重当りの最大酸素摂取量の関係

図1において、実線は、回帰直線、破線は、その標準偏差である。この図で、明らかなように、一般に速い平均スピードで走っている者ほど体重当りの最大酸素摂取量が大きく、それら両者の関係が、この回帰方程式により量的に示される。また、図中に見られる回帰直線からの標準偏差の垂直の幅は、同じ大きさの体重当りの最大酸素摂取量を持つ者のスピードの幅を示すものであり、その大きさは、ほぼ、 $0.44m/sec^{18)}$ であった。

このスピードの幅は、三浦らが指摘するように走技術の違いと、Costill,⁷⁾ 黒田¹⁷⁾らが、指摘する酸素摂取水準の違いによるものと考えられる。

しかし、走スピードと、最大酸素摂取量の間には、一般的に直線関係が認められるところから、いま、走運動という身体運動にともなう機械的仕事が体重に比例するとし、その比例係数をKとし、体重をW、走距離をS (ここでは、5000m)、所用時間をt、酸素負債量をOD、酸素摂取量をOIとおけば、この仕事は、次式で成立することになる。

$$K \times S \times W = OD + OI \times t$$

この式の両辺を、 tW で除すれば、

$$K \frac{S}{t} = \frac{OD}{tW} + \frac{OI}{W} \text{ となる}$$

ここで $\frac{S}{t}$ は、平均スピード V であるから、

$$V = \frac{1}{K} \left(\frac{OD}{tW} + \frac{OI}{W} \right) \text{ となる。}$$

ところで、5000mのように、全酸素需要量のうち、酸素負債量の占める割合が低い場合、酸素負債量 $\left(\frac{OD}{tW} \right)$ を無視することができるとすれば、走スピードは、体重当りの酸素摂取量によって決定され得るということになる。この点については、Cavagna⁶⁾ らの体重当りのエネルギー消費量は、ランニングスピードに比例するとの報告と一致するものである。

また持久的な走運動における体重当りの酸素摂取量と、運動成果の関係については、これまで次のような報告が見られる。

Dill¹¹⁾ らは、同一速度のトレッドミル走を行なわせた際、優れた走者は、体重当りの消費量が少ないことから、この値を、ランニングのスキルインデックスとしている。

Costill⁷⁾ は、長距離の記録と、絶対値最大酸素摂取量との間に、 $r=0.591$ の相関を認め、体重当りの最大酸素摂取量との間には、 $r=0.832$ とより高い相関を得ている。

黒田らは、¹⁷⁾ 100m~3000mまでの距離を6つに分け、それぞれの距離を走った際の競技能力と、絶対値最大酸素摂取量及び、体重当りの最大酸素摂取量との相関を求めている。

その結果、600m以上の距離では、記録と、絶対値最大酸素摂取量と、体重当りの数値の両者に有意の高い相関があることを認めている。しかし、絶対値最大酸素摂取量よりも、体重当りの最大酸素摂取量の方が高い相関係数を示している。

これらのことから、長距離走における走スピードと、酸素摂取能力とのかかわり合いが体重当りの最大酸素摂取量としてみた場合、スピード決定の有力な指標であることを意味すると考えられる。

本実験の結果、体重当りの最大酸素摂取量の値が、長距離走スピード決定の有力な指標と考えられるので、これまでの文献に報告されている、世界及び、日本の中長距離選手の最大酸素摂取量の値について調べ、各選手が、これまで出し得た最高記録との関係で検討を加えた。1) 2) 3) 4) 5) 8) 9) 10) 12) 14) 15) 16) 19) 21)

表1~9は、外国、日本の中長距離選手の80名を中距離、長距離にわけ、かつ、記録別に分類したものであり、表10は、それら各グループの平均値と標準偏差である。

表1 外国人中距離選手の体格及び有酸素的能力

氏名	国名 (所属)	年齢	身長 cm	体重 kg	最高心拍数	最高呼吸数	最大換気量 ℓ/min	最大酸素摂取量 ℓ/min	体重1kg当りの最大酸素摂取量 ml/kg/min	最大酸素負荷 ℓ/min	測定方法	最高記録
スネール	ニュージランド		179.8	76.0	187		147	5.502	74.4	20	トレッドミル	800m 1'44"3 1,500m 3'37"6
ランディ			179.0	66.0	194		133	5.04	76.6		"	3'41"8
カールソン			172.0	62.0	200		119	4.53	73.0		"	3'44"8
エリクソン			177.0	60.0	200		96	4.37	72.4		"	3'45"2
ドッズ		31	170.0	73.3				4.16	56.8	8.94	"	

表2 日本人中距離選手の体格及び、有酸素的能力

氏名	国名 (所属)	年齢	身長 cm	体重 kg	最高心拍数	最高呼吸数	最大換気量 ℓ/min	最大酸素摂取量 ℓ/min	体重1kg当りの最大酸素摂取量 ml/kg/min	最大酸素負荷 ℓ/min	測定方法	最高記録
牧 隆	中京大	24	174.0	65.0	180	62	134.0	4.26	65.5		トレッドミル	800m 1'51"5
中島敏一	"	20	167.1	55.0	193	52	103.0	3.81	69.3		"	1'53"5
村瀬 豊	東教大OB	23	166.0	50.0			99.2	3.72	74.0		"	1'54"0
日高健治	中京大	20	173.5	65.0	183	58	109.6	4.10	63.1		"	1'54"4
石田幸男	"	20	177.3	66.0	178	58	113.7	4.03	61.1		"	1,500m 3'55"0
石橋 満	"	20	169.5	57.0	186	68	119.4	3.95	69.3		"	800m 1'55"4
平田隆則	"	21	170.0	58.0	181	66	101.6	3.80	65.5		"	1'56"0
中村勝久	"	22	157.7	53.0	198	69	98.7	3.63	67.2		"	1'56"7
伊藤静夫	東教大	20	166.0	55.4	190	54	138.1	4.37	78.8	8.99	"	1,500m 3'55"2

表3 女子中距離選手の体格及び、有酸素的能力

氏名	国名 (所属)	年齢	身長 cm	体重 kg	最高心拍数	最高呼吸数	最大換気量 ℓ/min	最大酸素摂取量 ℓ/min	体重1kg当りの最大酸素摂取量 ml/kg/min	最大酸素負荷 ℓ/min	測定方法	最高記録
宮本洋子	東学大OG	23	157.0	50.0	193	62	103.7	3.13	63.0		トレッドミル	800m 2'11"0
磯貝博子	日女体大	22	145.4	37.0	190	53	69.4	2.31	62.0		"	2'11"8
山口文子	日女体大	19	160.0	52.0	192	54	103.0	3.03	58.0		"	2'12"0
宮本洋子	東学大OG	23	157.0	50.0	184.2	61.7	110.4	3.00	55.5			
岡本千代子	日体大	19	163.5	55.5								
内山依子	日体大OG	26	164.0	57.0								

表4 長距離選手 (5000m・13分台) の体格及び有酸素的能力

氏名	国名 (所属)	年齢	身長 cm	体重 kg	最高心拍数	最高呼吸数	最大換気量 ℓ/min	最大酸素摂取量 ℓ/min	体重1kg の最大酸素 摂取量 ml/kg/min	最大酸素負荷 量 ℓ/min	測定方法	最高記録
ケイノ	ケニア	25	178.0	60.0	195		151.0	4.92	82.0		トレッド ミル	13'24"2
沢本啓祐	順天大	23	167.0	60.0	176	70	161.5	4.81	77.0		"	13'33"0
小山隆治	順天大	20						4.99	78.1		"	13'41"2
宮下敏夫	"	19						4.37	82.1		"	13'49"2
ラルソン	スウェー デン	25	177	62.0			117.6	4.78	77.1		"	13'49"2
鈴木従道	日大	21	170.1	50.0			128.4	3.82	76.0		"	13'55"8

表5 長距離選手 (5000m・14分台) の体格及び有酸素的能力

氏名	国名 (所属)	年齢	身長 cm	体重 kg	最高心拍数	最高呼吸数	最大換気量 ℓ/min	最大酸素摂取量 ℓ/min	体重1kg の最大酸素 摂取量 ml/kg/min	最大酸素負荷 量 ℓ/min	測定方法	最高記録
市武徳	中京大	23	159.0	55.0	193	80	134.6	4.45	80.9		トレッド ミル	14'10"0
久田敏幸	順天大	21						3.70	72.6		"	14'15"0
宇高正美	中京大	22	171.0	59	174	63	125.9	4.33	73.4		"	14'25"0
内田幸二	順天大	19						4.12	74.9		"	14'27"4
川井田 茂	"	21						4.14	74.0		"	14'30"6
辰巳寿路	"	20						3.73	70.0		"	14'33"4
山崎一見	"	21						4.87	72.1		"	14'35"2
澄田正人	中京大	21	168.0	56.0	211	58	116.8	3.86	68.9		"	14'37"8
岡田耕三	"	20	164.5	53.0	186	66	118.0	3.90	73.6		"	14'38"6
的場幸夫	"	22	180.0	67.5	175	55	127.8	4.15	61.9		"	14'40"0
西道 孝	"	22	172.0	52.5	184	50	103.2	3.66	69.7		"	14'41"2
近藤勝己	"	20	166.0	53.5	191	63	115.2	3.85	72.0		"	14'42"8
岸根 修	"	20	165.0	56.5	194	57	114.1	4.04	71.5		"	14'44"2
山村 勇	"	19	170.0	57.0	183	65	123.1	4.28	75.1		"	14'47"0
笠井三郎	"	20	172.5	56.0	165	62	117.1	3.84	68.6		"	14'49"0
山口良一	"	20	168.0	54.5	169	63	94.0	3.46	63.5		"	14'49"2
山下健次	"	23	168.0	59.0	187	66	120.7	4.14	70.2		"	14'52"0
中山勇生	"	20	167.0	54.5			107.3	3.68	67.5		"	14'54"0
岡本直亮	"	20	175.0	64.5	183	60	146.1	4.34	67.2		"	14'55"0
福田輝男	"	22	167.0	52.0	184	63	111.0	3.67	70.6		"	14'56"0
毛利奉文	"	19	172.0	57.5	174	66	109.9	3.78	65.7		"	14'57"2
曾山利和	"	21	174.0	56.5	192	61	121.1	3.84	68.0		"	14'58"0
角三喜男	"	21	166.0	58.5	174	69	130.5	4.13	70.9		"	14'59"0

表6 長距離選手 (5000m・15分台) の体格及び有酸素的能力

氏名	国名 (所属)	年齢	身長 cm	体重 kg	最高 心拍数	最高 呼吸数	最大 換気量 ℓ/min	最大 酸素 摂取量 ℓ/min	体重1kg 当りの最大 酸素摂取量 ml/kg/min	最大 酸素 負荷 量 ℓ/min	測定方法	最高記録
中野善行	中京大	22	168.0	53.0	176	67	114.7	3.73	70.4		トレッド ミル	15'04"0
橋本一政	"	21	162.0	53.0	190	62	107.8	3.73	70.4			15'06"0
田中盟三	"	21	174.0	63.0	186	63	128.9	4.36	69.2			"
阪田勝次	"	20	178.0	63.5	178	56	109.7	4.18	65.8			15'07"0
小西正富	"	22	172.8	58.5	177	68	128.8	4.10	70.1			15'10"0
浜口昇	"	22	167.1	55.0	189	64	125.6	4.25	77.3			15'11"0
岡森力哉	"	21	179.2	69	183	59	124.5	4.28	62.0			15'22"0
松本実	東教大	23	173.3	68.5	199	65	152.6	4.36	63.6	10.78		15'29"0
里中長久	中京大	20	161.0	51.0	188	64	81.2	3.04	59.6			15'33"0
星野公平	名大	21	170.0	60.0	189	59	116.2	3.87	64.5			15'43"0
中島	愛教大	22	163.0	51.0	190	52	73.7	3.00	58.8			15'51"0

表7 長距離選手 (5000m・16分台) の体格及び有酸素的能力

氏名	国名 (所属)	年齢	身長 cm	体重 kg	最高 心拍数	最高 呼吸数	最大 換気量 ℓ/min	最大 酸素 摂取量 ℓ/min	体重1kg 当りの最大 酸素摂取量 ml/kg/min	最大 酸素 負荷 量 ℓ/min	測定方法	最高記録
西田幹男	名大	21	174.0	62.0	182	63	96.0	3.42	55.1		トレッド ミル	16'00"8
小林	"	21	170.0	56.0	183	60	100.9	3.50	62.5		"	16'15"0
上田	名学院大	21	168.1	57.0	190	85	114.6	3.80	66.7		"	16'20"0
梶田	"	20	160.0	51.0	183	81	96.3	3.72	72.9		"	16'23"0
南川秀樹	名大	20	169.5	61.0	171	82	110.7	3.54	54.2		"	16'31"0

表8 長距離選手 (5000m・16分40秒~18分台) の
体格及び有酸素的能力

氏名	国名 (所属)	年齢	身長 cm	体重 kg	最高 心拍数	最高 呼吸数	最大 換気量 ℓ/min	最大 酸素 摂取量 ℓ/min	体重1kg 当りの最大 酸素摂取量 ml/kg/min	最大 酸素 負荷 量 ℓ/min	測定方法	最高記録
大津賀賢	愛教大	20	155.4	47.5	184	53	76.0	3.11	65.5		トレッド ミル	16'43"0
藤長英明	中京大	20	167.2	56.5	178	56	109.2	3.68	65.1		"	16'44"0
香田忍	名大	20	166.0	56.0	197	68	107.3	3.29	58.8		"	16'50"0
高味	"	20	163.0	53.0	185	47	78.3	2.87	48.6		"	16'50"0
本田	愛教大	19	166.0	59.5	183	90	116.3	2.89	48.6		"	16'53"0
新見	"	21	165.1	50.5	183	46	78.3	2.72	53.9		"	17'05"0
酒井	"	19	163.0	48.0	192	62	94.6	2.96	61.9		"	17'06"0
河合	名大	19	165.0	58.0	196	57	103.6	3.59	62.0		"	17'24"0
江本	愛教大	19	164.5	54.5	194	67	90.9	2.92	53.6		"	17'24"6
大東	名大	21	167.0	48.5	184	61	81.5	2.82	58.1		"	17'25"0
吉田	"	20	165.0	54.0	181	50	76.2	2.64	48.9		"	17'48"0
山田	"	19	166.0	51.0	172	50	102.7	3.03	59.4		"	18'07"0

表9 一流マラソン選手の体格及び有酸素的能力

氏名	国名 (所属)	年齢	身長 cm	体重 kg	最高 心拍数	最高 呼吸数	最大 換気量 ℓ/min	最大 酸素 摂取量 ℓ/min	体重1kg 当りの 最大酸素 摂取量 ml/kg/min	最大 酸素 負債 ℓ/min	測定方法	最高記録
クレイトン	オース トラリア		188.0	73.1				5.09	69.7		トレッド ミル	2°08'33"6
宇佐美彰郎	リッカー	24	167.7	59.5	194	68	159.8	4.95	83.0		〃	2°10'27"8
君原健二	八幡製鉄	26	167.3	56.5	200	73	160.6	4.42	78.0		〃	2°13'25"8
佐々木 精一郎	九州電工	21	163.9	54.5	190	69	136.7	4.20	77.0		〃	2°11'17"0
上岡忠明	東洋工業	24	163.0	54.0	198	61	118.5	3.89	72.0		〃	2°13'37"6
井上 俊	国士館大	24	170.8	60.5	193	73	157.6	4.62	76.0		〃	2°15'17"2
御船芳郎	リッカー	21	165.0	54.7	181	67	133.0	4.22	77.0		〃	2°17'32"0
青木 豊	協和発酵	23	158.0	51.5	176	71	137.9	4.16	81.0		〃	2°17'06"0
円谷幸吉	自衛隊		163.0	53.0	188	67	*103.5	*3.65	*68.9		〃	2°16'22"8

表10 一流中距離, 長距離, マラソン選手の体格及び有酸素的能力

氏名	国名 (所属)	人数	身長 cm	体重 kg	最高 心拍数	最高 呼吸数	最大 換気量 ℓ/min	最大酸素 摂取量 ℓ/min	体重1kg 当りの 最大酸素 摂取量 ml/kg/min
中距離	外人	N=5	175.56 (3.8852)	67.46 (6.239)			123.75 (18.83)	4.7204 (0.487)	70.64 (7.069)
〃	日本男子	N=9	169.01 (5.423)	58.2667 (5.4478)			113.0333 (13.94)	3.9633 (0.2354)	68.2 (5.1685)
〃	日本女子	N=3	154.133 (6.2961)	46.3333 (6.65)			92.0333 (16.006)	2.8233 (0.3654)	61.00 (2.1603)
長距離	13'台	N=6	173.025 (4.6208)	58.0 (4.69)			139.625 (17.457)	4.615 (0.4604)	78.7167 (2.4335)
〃	14'台	N=23	169.1667 (4.6061)	56.8333 (3.866)			118.6889 (11.699)	3.9983 (0.3153)	70.565 (4.0032)
〃	15'台	N=11	169.8545 (5.9516)	58.1868 (6.3436)			114.8818 (21.1692)	3.900 (0.4687)	66.5182 (5.2859)
〃	16'台 (16'40"まで)	N=5	168.32 (4.5989)	57.4 (3.9294)			103.7 (7.6118)	3.596 (0.1418)	62.28 (7.0599)
〃	16'40"以上 ~18'	N=12	164.4333 (3.0066)	53.0833 (3.8453)			92.9083 (14.0204)	3.0433 (0.3114)	57.0333 (5.9511)
マラソン		N=9	167.411 (8.0355)	57.4778 (6.1706)			143.4429 (14.9747)	4.4438 (0.3874)	76.7125 (4.0563)

長距離選手を, 13分台, 14分台, 15分台, 16分台, 16分40秒~18分台, マラソンと, 6つのグループに分け, 比較検討してみると, 表10に見られるように, 13分台では, 最大酸素摂取量の平均は, $4.62\ell/min \pm 0.46$, 体重当りの最大酸素摂取量は, $78.72\text{ml/kg/min} \pm 2.43$, 以下, 14分台では, $4.00\ell/min$, ± 0.32 , 70.56 ± 4.00 , 15分台では, $3.9\ell/min \pm 0.47$, 66.52 ± 5.29 , 16分台では, $3.60\ell/min \pm 0.14$, $62.28\text{ml/kg/min} \pm 7.06$, 16分40秒~18分台では, $3.04\ell/min \pm 0.31$, $57.03\text{ml/kg/min} \pm 5.95$, であった。

このように、5000mの記録にすぐれた者ほど一般に、最大酸素摂取量及び、体重当りの最大酸素摂取量の値は大きく、5000mの現在の世界の一流選手の値は、 $4.62\text{l}/\text{min}$ 、 $78.72\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ であることがわかる。

マラソン選手では、 $4.44\text{l}/\text{min}\pm 0.39$ 、 $76.71\text{ml}/\text{kg}/\text{min}\pm 4.06$ 、であり、13分台の選手の平均と、マラソン選手の平均とは、ほぼ同じである。したがって、身体エネルギーの大きさの点から見れば、世界の一流マラソン選手の値も、約 $4.5\text{l}/\text{min}$ 、 $75\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ と考えられる。

この点については、スピード化した現在のマラソンにおいて、5000m、10000mの走力が、マラソンに好結果をもたらすということから、身体エネルギーの大きさが5000mの一流選手とほぼ同じ大きさであることが指摘できる。

最大換気量についてみると、13分台では、その平均と標準偏差は、 $139.63\text{l}/\text{min}\pm 17.46$ 、14分台では、 $118.69\text{l}/\text{min}\pm 11.70$ 、15分台では、 $114.88\text{l}/\text{min}\pm 21.17$ 、16分台では、 $103.7\text{l}/\text{min}\pm 7.61$ 、16分40秒～18分台では、 $92.91\text{l}/\text{min}\pm 14.02$ 、を示しすぐれた記録を持つものほど大きい。

マラソン選手の最大換気量の平均と標準偏差は、 $143.44\text{l}/\text{min}\pm 14.97$ であり、換気量においても、5000mの記録が13分台の選手と比べると、ほぼ同じ値を示している。

これらのことから、長距離及び、マラソンの一流選手として活躍するには、最大酸素摂取量 $4.5\text{l}/\text{min}$ 以上、体重当りの最大酸素摂取量 $75\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ 以上、最大換気量 $140\text{l}/\text{min}$ 以上の身体的能力に恵まれていることが有利であると考えられる。

中距離選手についてみると、表1は、1500mで、3分37秒～3分45秒の記録をもつ外人中距離選手5名の測定結果を示したものである。表2は、800mで、1分51秒～1分56秒の記録を持つ日本の中距離男子9名の測定値である。これらを比較検討してみると、身長においては、外人選手 175.6cm 、日本選手 169cm でその差は約 7cm 、体重では、外人選手 67.5kg 日本選手 58.3kg で、その差は約 9kg であり、体格面でかなり大きな差がみられる。

最大酸素摂取量についてみると、外人選手 $4.72\text{l}/\text{min}$ 、 $70.64\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ 、

日本選手 $3.96\text{l}/\text{min}$ $68.2\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ であり、それぞれ、 $0.76\text{l}/\text{min}$ 、 $2.4\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$ と開きがあり、最大換気量においても、外人選手 $123.8\text{l}/\text{min}$ 、日本選手 $113\text{l}/\text{min}$ 、であり、 $10.8\text{l}/\text{min}$ と大きな差がみられる。

このように中距離選手では、体格面、機能面に外国選手 (記録のすぐれた選手) との大きな差がみられる。したがって、中距離においてすぐれた記録を作り活躍するためには、これらの値をもとに、より大きな身体エネルギー (素質) を持つ選手を選ぶ必要がある。

総 括

長距離選手の身体的エネルギーの大きさは、最大酸素摂取量と、体重当りの最大酸素摂取量の値とみられており、体格との関連から、体重当りの最大酸素摂取量との相関が高いという報告などがある。これらの点を明らかにするために、陸上競技の長距離選手をトレッドミルにより、オールアウト走を実施し、最大酸素摂取量を測定し、 5000m の最高記録と体重当りの最大酸素摂取量の関係を検討した。

その結果、走スピード (Y) と、体重当りの最大酸素摂取量 (X) の間には、
$$Y = 0.0431X + 2.50 \pm 0.232$$
 という回帰方程式と標準偏差が得られた。

このことは、すなわち、大きい最大酸素摂取量のものほど速く走れることを量的に示している。また、標準偏差のタテの幅は、同じ最大酸素摂取量をもつ者の走技術の差及び、酸素摂取水準を示すと考えられ、この点について、今後さらに研究したい。

これらのことから、最大酸素摂取量の大きさは、走スピード決定の有力な指標であることがわかった。そこで、日本及び世界の選手の最大酸素摂取量に関する測定値を文献より求め、記録別に分け検討を加えた。

その結果、 5000m の選手の最大酸素摂取量と、体重当りの最大酸素摂取量は、13分台では、 $4.62\text{l}/\text{min} \pm 0.46$ 、 $78.72\text{ml}/\text{kg}/\text{min} \pm 2.43$ 、14分台では、 $3.99\text{l}/\text{min} \pm 0.32$ 、 $70.56\text{ml}/\text{kg}/\text{min} \pm 4.00$ 、15分台では、 $3.90\text{l}/\text{min}$

± 0.47 , $66.52 \text{ ml/kg/min} \pm 5.29$, 16分台では, $3.60 \text{ l/min} \pm 0.14$, 62.28 ± 7.06 . 16分40秒~18分台では, $3.04 \text{ l/min} \pm 0.31$, $57.03 \text{ ml/kg/min} \pm 5.95$ と, 記録の良い者ほど大きかった。一流マラソン選手では, $4.44 \text{ l/min} \pm 0.39$, $76.71 \text{ ml/kg/min} \pm 4.06$ と, 5000m, 13分台の選手とほぼ同じであった。

5000m, 10000m, マラソンの一流選手が, 有酸素的身体エネルギーの大きさでは同じであることがわかった。中距離選手では, 外人選手, 日本人選手を比較する形になったが, 体格で, 身長差約7 cm, 体重で約9 kgもの差がみられた。最大酸素摂取量及び, 体重当りの最大酸素摂取量でも, 0.76 l/min , 2.4 ml/kg/min もの差があった。これらのことから, 世界の一流, あるいは, 優れたランナーは, 最大酸素摂取量及び, 体重当りの最大酸素摂取量のより大きな Capacity を持っていることがわかる。

このことから, 今後一流選手として世界に活躍するためには, 5000m, マラソンでは, 4.5 l/min , 75 ml/kg/min 以上, 中距離選手では, 4.7 l/min , 70 ml/kg/min , 以上あることがきわめて重要な条件であると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 青木純一郎: トレーニングの生理
第16回日本学生陸上競技連合指導者会議 1969
- 2) 阿久津邦男: Running 選手の Max Oxygen Intake 及び, Max Oxygen Debt について 東京教育大学体育学部記要5 p87-96 1965
- 3) Åstrand, P.O: New Record in Human Power Nature Vol. 176 p922-923. 1955
- 4) Buskirk, E and H. L Taylor: Maximal Oxygen Intake and its relation to body composition with Special Reference to chronic physical activity and obesity. J. Appl. Physiol, Vol 2 No 1 p.72-78. 1957
- 5) Carter J.E. L et al : Structural and functional assesement on a champion runner —Peter Snell Res Quart 38 (3) p. 355-365. 1967
- 6) Cavagna, G. A., Salbene, F. P., and Margaria, R. (1964): Mechanical work in running. J. Appl. Physiol. 19(2), 249-256.
- 7) Costill, D. L (1967): The relationship between selected physio-

- logical variables and distance running performance. *J. of Sports Medicine and Physical Fitness* 7(2), 61—65.
- 8) Costill, D. L. and Winrow E. : A comparison of Two aged Ultramarathon runners. *Res Quart.* Vol. 41 No. 2 p. 135—139. 1970
 - 9) Cureton. T. K : *Physical Fitness of Champion Athlete* The University of Illinois Press. 1951
 - 10) Dill. D. B et al : A longitudinal study of 16 Champion Runners. *J of Sports Medicine and Physical Fitness.* 7(1) p. 4—8. 1967
 - 11) Dill. D. B., Tabbott. J. H. and Edwards. H. T. (1930) : *Studies in Muscular activity.* *J, Physiol.* (69) 267—305.
 - 12) Hermansen, L and K—L. Anderson : *Aerobic Work Capacity in Norwegian men and Women.* *J. Appl. Physiol.* 10(3) 425—431.
 - 13) Hill., A. V and Henry Lupton : *Muscular Exercises, Lactic Acid, and the Supply Utilization of Oxygen.* *the Quarterly Journal of Medicine,* Vol 16 1923
 - 14) 猪飼道夫他 : 持久力の限界因子について, 円谷選手の測定記録を中心に *体力科学* 14(4) p. 173—180. 1965
 - 15) 勝田茂 : 女子陸上選手の全身持久性に関する研究, 九州大学体育学研究 4(22) p. 59—63. 1969
 - 16) 黒田善雄, 加賀谷熙彦他 : 日本人一流競技選手の最大酸素摂取量 昭和43年度 日本体育協会スポーツ科学研究報告書 p. 1—13. 1970
 - 17) 黒田善雄他 : 各種競技選手の呼吸循環機能の適応に関する研究 —長距離走行中の酸素摂取水準について— 日本体育協会スポーツ科学研究報告書 1971
 - 18) Mochiyoshi Miura et al
Experimental Studies on Biomechanics in Long Distance Running
First International Symposium on Problems of Biomechanics in Track and Field Budapest, Hungary. April 1973
 - 19) Prampero, P. E. et al : *Maximal Muscular Power Aerobic and Anaerobic, in 116 athletes*
Performing it the 19th Olympic Games in Mexico *Ergonomics* 13(6) p. 665—674. 1970
 - 20) Robinson, S., H. T. Edwards and D. B. Dill : *New Records in Human Power.* *Science* 23 1937
 - 21) Saltin, B. and Åstrand P. O : *Maximal Oxygen Uptake in Athlete.* *J. Appl. Physiol.* 23(3) : 353—358. 1967