

長距離走における指導者の指導力に関する研究

—最大酸素摂取量と競技力の観点から—

北村 潔和・吉澤 茂弘*

A Study on the Ability in Coaching Long-Distance Running —from the Viewpoint of Maximum Oxygen Uptake and Athletic Record—

Kiyokazu KITAMURA and Shigehiro YOSHIZAWA

キーワード：長距離走，指導者，最大酸素摂取量，競技力

Key words: Long-Distance Running, Coacher, Maximum oxygen uptake, Athletic record

1. 緒 言

各種競技スポーツの全国大会をみると、毎年ほとんど同じ学校が、同じ指導者のもとで出場権を獲得している。確かに、競技実績のある学校や指導者のもとには、いわゆる素質のある選手が多く集まることは否定できないが、このことは、少なくとも指導力のある指導者に巡り合わなければ、素質も開花しないことを容易に推測させる。

これまでに、長距離走の競技力を決定する要因が、多くの研究者によって詳細に検討され報告されている。それらを要約した加賀谷と吉田³⁾によると、(1) 体重当りの最大酸素摂取量が高い、(2) 酸素摂取量を高い水準で維持できる、(3) 機械的効率が高い、ことなどがその要因とされている。しかし、これらは、競技力に違いが認められた選手を科学的に分析したにすぎない。実際には、これらの選手は異なる指導者に、異なる指導を受けて育てられてきている。すなわち、指導者が選手個々の素質を見抜き、それを高めるためのトレーニングを行わせることによって、一流選手に育ててきたことが推測できる。ややもすると、スポーツ科学では、指導者の存在が忘れられている。仮に、その選手を誰が指導しても、同じ競技力を発揮させることができるならば、指導者の指導力を考える必要はないが、先に示したように、現実には指導者の資質が選手を育てるために重要になる。指導者の指導力を評価することは難しいが、スポーツ科学は、それができる何らかの方法を提案する時期にきているだろう。

宮下¹⁴⁾は、長距離走記録が体重当りの最大酸素摂取量($\dot{V}O_2\max/w$)と密接な関係にあることを根拠に、5000m走記録と $\dot{V}O_2\max/w$ の関係から、選手個々の競技力を評価している。すなわち、 $\dot{V}O_2\max/w$ に相応する競技記録(平均走速度)を、Very Good から Very Poor までの5段階に評価し、その差は選手個々の走技術(スキル)の違いなどに

あるとしている。しかし、この評価を違った観点から見ると、選手個々の素質($\dot{V}O_2\max/w$)に相応した競技力を引き出せない指導者と、それに相応した競技力を引き出している指導者がいることになる。このことは、これまでの報告を基準に、異なる指導者によって指導された選手間で、競技力と $\dot{V}O_2\max/w$ 関係を比較することから、指導力が検討できることを示していよう。仮に、このような生理学的な指標を根拠に、指導者の指導力が検討できれば、指導者にとっては、自分の指導方法や指導の方向性(体力か技術か)を客観的に考える場合の有用な資料になると考えられる。

本研究は、三浦¹²⁾が報告している、5000mの競技記録と $\dot{V}O_2\max/w$ との関係を基準に、2つの高校の駅伝部に所属する長距離選手のそれらを比較することから、指導者の指導力(ここでは、いわゆる素質に見合った競技力を引き出す能力とする)が、検討できるか否かを明らかにするために企画した。

2. 方 法

被検者は、昭和62年度第38回全国高校駅伝競技大会に出場した、2つの高校の駅伝部に所属し、本大会にエントリーされた15名の選手である。S高校は、全国大会の常連高校であり、本大会の優勝高校である。T高校も全国大会の常連高校であるが、これまで上位に入賞できなかった高校である。

本研究では、 $\dot{V}O_2\max/w$ を長距離走のいわゆる素質を評価する資料として用いた。その測定の概略は、次の通りであり、詳細は文献^{4, 20)}にゆずる。

T高校の選手の最大酸素摂取量($\dot{V}O_2\max$)の測定は、走行盤が水平位に固定されたトレッドミルを用いて、3分毎に20m/minずつ走速度を漸増し、被検者が疲労困憊に達するまでの走速度の漸増方法で行った⁴⁾。走行中の酸素摂取量

* 植草学園短期大学

($\dot{V}O_2$) は、呼気ガス瞬時自動分析装置（日本電気三栄）を用いて30秒間毎に連続的に求め、それを1分間値になおして資料とした。

S高校の選手の $\dot{V}O_{2max}$ は、T高校の選手と同様に、トレッドミルの走行盤を水平位にしての速度漸増方法で測定した²⁰⁾。ただし、各速度で3分間の走行後、乳酸測定のために短時間（30秒以内）走行を中止し、その測定終了後直ちに次の速度での走行を開始した。呼気ガスは、30秒間隔でダグラスバッグに採取し、換気量は、乾式ガスメーター（水谷精器）、呼気ガスの成分濃度の分析は、ショランダー微量ガス分析器で行い、1分間値に換算して資料とした。また、いずれも運動終了直前に得られた $\dot{V}O_2$ の最大値を $\dot{V}O_{2max}$ として採用した。

心拍数(HR)は、胸部双極誘導法により、心電図を導出し、R波間隔か1分間のHRを求めた。

競技記録は、選手個々の5000mの最高記録として、それを平均速度（以後は競技力とする）に変換して資料とした。

なお、両高校で得られた結果の差の検定には、Studentのtテストを用い、相関関係の検定には、ピアソンの相関係数検定法を用い、いずれも5%水準をもって有意とした。

3. 結果と考察

長距離走の競技力は、 $\dot{V}O_{2max}/w$ と密接な関係を持つことが知られている^{4, 7, 11, 12)}。無酸素性作業閾値(AT)、換気性作業閾値(VT)、乳酸性作業閾値(LT)なども競技力と密

接な関係があり、競技力を決定する重要な体力要因であることが報告されてきている^{1, 7, 8, 10, 16)}。しかし、これらは同等の $\dot{V}O_{2max}/w$ を持った選手間での競技力の差を生み出す要因の一つであり、 $\dot{V}O_{2max}/w$ の大きいことが、競技力を決定する最も重要な要因であることに異論はないであろう。

また、競技力を決定する重要な要因であっても、測定方法や測定機器などが特殊で、特別な施設でしか測定できないとなると、指導の現場で活用することは難しくなる。その点、 $\dot{V}O_{2max}$ の測定方法は確立され、大学の研究室や公的な体育施設などでも測定機器が備えられ、希望すれば誰もが測定を受けることができ、 $\dot{V}O_{2max}/w$ は、長距離走の素質を評価するよい指標といえる。

選手の体格、 $\dot{V}O_{2max}$ 、 $\dot{V}O_{2max}/w$ 、競技力は表1に示した。両高校の選手の身長や体重を比べてみると、S高校は、T高校に比べて体重で8.4kg有意に重く(p<0.05)、身長で2.7cm高かったが有意でなかった(p>0.05)。

S高校の選手の $\dot{V}O_{2max}$ は、T高校の選手に比べて0.55l/min有意に高い値を示した(p<0.05)。 $\dot{V}O_{2max}$ が、被検者の活動筋量を表わしていること^{7, 9, 14)}や、S高校の選手の体重が重いことを考えると、S高校の選手の活動筋量が、T高校の選手より多かったといえよう。しかし、競技力と密接な関係にある $\dot{V}O_{2max}/w$ には、有意差は認められず(p>0.05)、いわゆる素質については、両者で大差なかったと考えることができる。

一方、S高校の5000mの競技記録は、T高校に比べて、平均値で1分02秒、平均速度にすると0.35m/secも有意に速

表1 被検者の体格、生理学的特徴及び競技記録

被検者	年齢 (yrs.)	身長 (cm)	体重 (kg)	最高心拍数 (beats/min)	最大酸素 摂取量 (l/min)	体重当たりの 最大酸素摂取量 (ml/kg・min)	5000m走の 競技記録 (min,sec)	
S	HT	18.9	169.4	58.9	190	4.06	68.8	14'00"
	MI	18.3	165.8	59.6	188	4.38	73.4	14'57"
	MY	18.5	171.1	57.5	206	4.26	74.2	14'22"
	TW	17.8	174.2	68.6	180	4.28	69.5	15'09"
	TA	16.2	168.0	50.8	194	3.66	72.0	15'05"
	YS	18.5	170.7	67.9	202	4.89	72.2	14'36"
	TE	17.5	166.7	51.1	206	3.52	68.9	14'49"
	HN	17.8	172.8	61.9	186	4.11	67.3	14'58"
平均値	17.3	169.8	59.5	194.0	4.15	70.8	14'32"	
標準偏差	0.7	2.9	6.7	9.7	0.43	2.5	23"71	
T	NS	16	162.4	49.0	195	3.92	80.2	14'55"
	YB	15	167.8	50.6	185	3.09	61.2	15'50"
	SS	17	171.2	56.3	185	3.87	68.8	15'20"
	TK	16	163.4	46.3	184	2.78	60.1	16'25"
	FJ	16	166.6	52.9	202	3.59	67.9	15'30"
	TT	16	168.8	52.2	195	3.72	71.3	15'50"
	IB	16	169.8	52.4	181	3.50	66.8	16'00"
	平均値	16.0**	167.1	51.4*	189.6	3.50*	68.0	15'34" **
標準偏差	0.5	3.3	3.2	7.7	0.42	6.7	29"25	

S高校とT高校の平均値の差の検定。*: p<0.05, **: p<0.01を示す。

かった ($p < 0.01$)。 $\dot{V}O_2 \max/w$ が同じで、競技力に違いが認められたことは、T高校の選手の素質が、十分に引き出されていないことになる。

先にも述べたように、長距離走の競技力は、 $\dot{V}O_2 \max/w$ と密接な関係を持つことが知られている。本研究でも、図1に示したように、S高校(白丸印)とT高校(黒丸印)を合わせた全選手の競技力と $\dot{V}O_2 \max/w$ の間には、有意な相関関係 ($r=0.572, p < 0.05$) が認められた。また、学校別にみると、T高校の選手の競技力と $\dot{V}O_2 \max/w$ の間には、有意な関係が認められた ($r=0.811, p < 0.05$) のに対し、S高校では有意な関係が認められなかった ($r=0.060, p > 0.05$)。これは、T高校の選手の $\dot{V}O_2 \max/w$ が、60.1ml/kg・minから80.2ml/kg・minの大きな範囲に散らばっていたのに対し、S高校の選手の $\dot{V}O_2 \max/w$ は、個人差が小さく、僅か68.8ml/kg・minから74.2ml/kg・minの間にあったことによるものと考えられる^{2,17)}。

しかし、図1にみられるように、これらの2つの高校には、特徴的な傾向が認められた。すなわち、三浦ら¹²⁾の示した回帰直線と、それからの標準偏差を基準に、競技力と $\dot{V}O_2 \max/w$ の関係を検討すると、T高校の $\dot{V}O_2 \max/w$ の低い選手(2人)の競技力は、三浦ら¹¹⁾の回帰直線からの標準偏差の上限に位置したのに対し、 $\dot{V}O_2 \max/w$ がS高校と同じ程度の選手(4人)では、平均値よりも下に、さらに高い $\dot{V}O_2 \max/w$ を持った選手(1人)は、標準偏差よりも下に位置した。これに対し、S高校では、8人中6人が、三浦ら¹²⁾の回帰直線の標準偏差の上限に位置し、2人が平均的な位置よりも低い位置にいた。また、上限に位置した1人は、標準偏差のさらに上に位置した。

すなわち、T高校の $\dot{V}O_2 \max/w$ の低い選手は、それに相応した競技力を示しているのに対し、 $\dot{V}O_2 \max/w$ の高い選手ほど期待される競技力を発揮していないことになる。これに対し、S高校の選手は、各自の $\dot{V}O_2 \max/w$ に相応した競

技力を発揮し、それも多くの選手がその能力の上限に位置し、1人については非常に高い競技力を示したことになる。これらのことは、両高校にみられた1分02秒の競技力の差の一つが、 $\dot{V}O_2 \max/w$ の高い選手の競技力にあったことを示している。

このような競技力の差が、VT, AT, LAなどの代謝機構^{8,10,20)}に影響されるのか、走技術の違い^{2,11,12)}によるものかについてはさらに検討する必要がある。しかし、いずれにしても、トレーニングによって、これらの要因が改善されることを考えると、S高校とT高校の競技力の違いには、指導者の指導力が関係していることは、容易に推測できる。筆者らは、図1にみられた両高校の特徴が、指導者の指導力を表しているものと考えている。したがって、体力と競技力の関係を、異なる指導者によって指導された選手間で比べることから、また、これまでに報告された資料を参考にするによって、指導力が検討できるものと考えられる。

4. 要 約

本研究では、三浦ら¹²⁾の報告を基準に、異なる指導者によって指導された選手間で、 $\dot{V}O_2 \max/w$ と5000mの競技力の関係を比較することから、指導者の指導力を知ることができるか否かについて検討した。

その結果、 $\dot{V}O_2 \max/w$ はS高校とT高校の間に有意差は認められなかった。しかし、競技力は、T高校に比べてS高校で有意に低かった(1分02秒)。T高校の $\dot{V}O_2 \max/w$ の低い選手の競技力は、 $\dot{V}O_2 \max/w$ の大きさに相応した競技力であったのに対し、 $\dot{V}O_2 \max/w$ の高い選手の競技力は、三浦らの報告やS高校に比べて低い傾向を示した。

同じ $\dot{V}O_2 \max/w$ を持った選手の競技力の差が、代謝機構(VT,LT,AT)や走技術などによるものかについてはさらに検討する必要はある。しかし、これらの要因がトレーニングによって改善できることを考えると、本研究で明らかになった競技力の差には、指導者の指導力が影響しているものと考えられることができる。

筆者らは、指導者にとって、このような関係を検討することは、自らの指導力を客観的に評価し、指導の方向性や指導方法を改善するための有力な手がかりになると考えている。

文 献

- 1) Allen, W. K., et al.: Lactate threshold and distance performance in young and older endurance athletes. *J. Appl. Physiol.*, 58: 1281-1284, 1985.
- 2) Conly, D. and G. S. Krahenbuhl: Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 12: 357-360, 1980.
- 3) 加賀谷熙彦, 吉田博幸: マラソンランナーの最大酸素摂取量とAT. *J. J. Sports Sci.*, 8: 718-726, 1989.
- 4) 北村潔和ほか: 長距離走トレーニングに関する研究一

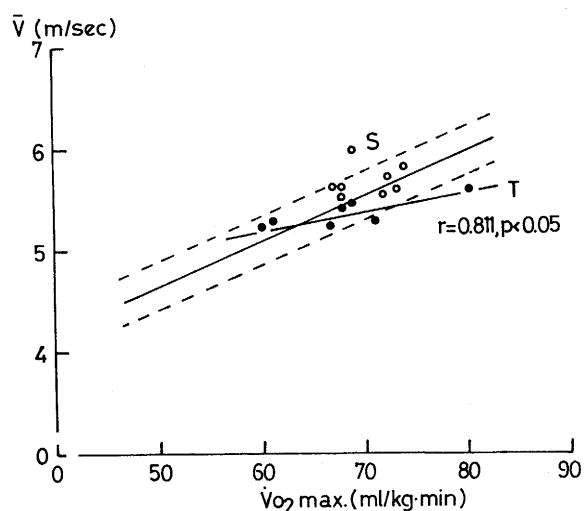


図1 500m走の平均速度と体重当たりの最大酸素摂取量の関係。白丸印はS高校、黒丸印はT高校を示す。図中央の実線と破線は三浦らの報告した回帰直線とそれからの標準差を示す。

- 最大酸素摂取量と競技記録の観点から－. トレーニング科学, 8: 75-78, 1996.
- 5) 北村潔和, 鳥海清司: 水泳競技におけるトレーニング課題の発見方法の検討－各種泳法における泳記録と最大酸素摂取量の関係から－. 体育の科学, 46: 745-749, 1996.
- 6) 北村潔和ほか: 運動様式の違いにみられる最大酸素摂取量の相違－脚, 腕, 脚+腕作業を中心に－. 富山大学教養部紀要, 13: 13-20, 1980.
- 7) 北村潔和: 1500m走記録と最大酸素摂取量及び無酸素性作業閾値の関係. 富山大学教養部紀要, 20: 63-71, 1987.
- 8) Kumagai, S. et al.: Relationships of the anerobic threshold with the 5km, 10km, and 1 mile race. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 49: 13-23, 1982.
- 9) Matsui, H. et al.: Oxygen uptake and blood flow of the lower limb in maximal treadmill and bicycle exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 40: 57-62, 1978.
- 10) Maughan, R. J. and J. B. Leiper: Aerobic capacity and fractional utilisation of aerobic capacity in elite and non-elite male and female marathon runners. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 52: 80-87, 1983.
- 11) 三浦望慶ほか: 走運動における身体資源 (Physical resources) と運動成果 (Physical performance) の関係について. 体育の科学, 21: 114-127, 1971.
- 12) 三浦望慶ほか: 長距離走のスキルに関する実験的研究. 日本バイオメカニクス学会編 身体運動の科学II, 杏林書院, pp 134-144, 1976.
- 13) 宮下充正ほか: Running の巧みさ. 体育の科学, 23: 290-293, 1973.
- 14) Reybrouck, T. et al.: Limitation to maximum oxygen uptake in arm, leg and combined arm+leg ergometry. *J. Appl. Physiol.* 38: 774-779, 1975.
- 15) Sjodin, B. et al.: Changes in onset of blood lactate accumulation (OBLA) and muscle enzymes after training at OBLA. *Eur. J. Appl. Physiol.* 49: 45-57, 1982.
- 16) Tanaka, K. and Y. Matsuura: Marathon performance, anaerobic threshold, and onset of blood lactate accumulation. *J. Appl. Physiol.* 57: 640-643, 1984.
- 17) Tanaka, K. et al.: A longitudinal assesment of anaerobic threshold and distance-running performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 16: 278-282, 1984.
- 18) 田中喜代次: 持久性競技者の競技成績とAT. 体育の科学, 39: 382-390, 1989.
- 19) 鳥海清司, 北村潔和: 水泳ジュニア選手の1年間の泳速度と最大酸素摂取量の変化. 体育の科学, 45: 649-654, 1995.
- 20) 吉沢茂弘ほか: 高校駅伝男子一流選手の有酸素性作業能力および無酸素性作業閾値. *J. J. Sports Sci.* 10: 234-240, 1991.