

**無酸素性作業閾値のトレーニングスピードの推測
—T2000 を用いた AT スピードのトレーニングへの応用—**

田中孝夫
鹿屋体育大学

キーワード: 無酸素性作業閾値, 持久力, インターバルトレーニング, トレーニングスピード

【要 旨】

KT 水泳部女子は, 2008 年の日本学生選手権大会 (以下インカレ) 団体総合で 4 連覇を達成する事ができた。本学は 1981 年開学の若き大学であるが水泳部女子の過去 10 年間のインカレにおける総合成績は, 11 年 2 位, 12 年 3 位, 13 年 4 位, 14 年 6 位, 15 年 7 位, 16 年 3 位, 17 年～20 年 1 位の成績を残している。KT 大学は, 立地条件が大きく影響していると思われるが, 一流選手の獲得は非常に難しい状況にある。大学女子競泳選手の大幅な記録更新の要因について, ここでは資料と実際のトレーニングの両面から考え, 記録更新の要因について解明することができれば, 競泳コーチの今後の指導に役立つのではないかと考える。

スポーツパフォーマンス研究, 1, 65-73, 2009 年, 受付日:2008 年 11 月 28 日, 受理日:2009 年 2 月 24 日
責任著者:田中孝夫 〒891-2393 鹿児島県鹿屋市白水町 1 鹿屋体育大学 tanaka@nifs-k.ac.jp

**Estimation of training speed at anaerobic threshold
Application of AT speed using T2000 for training**

Takao Tanaka

National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key Words: anaerobic threshold, endurance, interval training,
training speed

[Abstract]

KT University's women's swimming team achieved its fourth straight all-around victory in 2008 in the Japan Student Championships. Although KT is a relatively young university, established in 1981, the overall results of the women's swimming club in intercollegiate events over the past 10 years were

second in 1999, third in 2000, fourth in 2001, sixth in 2002, seventh in 2003, third in 2004, and first in the four years from 2005 thru 2008. KT university finds it extremely difficult to attract top-class swimmers to enroll as students, mainly because of the university's location. It should therefore be useful for future coaching of competitive swimmers to determine requirements for establishing new records both in terms of reference materials and from the point of view of actual training.

I. 本研究の目的

現在の競泳競技におけるトレーニング法として、インターバル・トレーニングが主流をしめている。競泳競技にインターバル・トレーニングが採用されるようになったのは、1956年の第16回オリンピック・メルボルン大会において、オーストラリアチームがインターバル・トレーニングを主流として採用し大成功を修めたことにより、そのトレーニング法が、世界の競泳コーチに普及したと言われており、現在では、インターバル・トレーニングなしには、競泳のトレーニングは考えられない程中心的なトレーニング法になっている。

競泳競技は、スピード、持久力、その中間的なスピード持久力(耐乳酸性持久力とも呼ばれている)の3種類の能力すべてを出し切って行われる競技種目である。これらの能力の中から持久力の向上に効果的なトレーニングとして実施するためには、インターバル・トレーニングをどの程度のレベルで実施すれば、最も効果的なトレーニングとして実施することができるのかという「トレーニングスピード」を推測しようとするものである。

II. 持久力向上のための一般的なトレーニング方法

競泳における、有酸素性トレーニングは心拍数 140~160/分、ATトレーニングは 160~170/分(最高心拍数より 10 拍程度少ない心拍数)であるといわれている。この AT のレベルを決定する方法として、①血中乳酸から求める方法および②呼気ガス代謝から求める方法がある。しかし、これらの方法は測定が煩雑であることから多くのトレーニング現場ではなじまないものであることから、T-30 が考えられてきた。

T-30 は、30 分間全力で泳ぎ、100m 毎のラップタイムを計測、終了時点での心拍数、血中乳酸濃度を測定し、100m の平均記録を基にして AT のトレーニングスピードを決定する方法である。以下に示す 2 つの例は代表的な AT レベルでのトレーニングスピードの算出方法である。

例 1: T-30 から求めた AT のトレーニングスピード(日本水泳連盟方式)

平均記録	100m	200m	400m	平均記録	100m	200m	400m
1.04.0	1.01.3	2.04.2	4.10.8	1.07.0	1.04.2	2.10.0	4.22.6
1.05.0	1.02.3	2.06.2	4.14.7	1.08.0	1.05.1	2.12.0	4.26.5
1.06.0	1.03.2	2.08.1	4.18.7				

(財)日本水泳連盟編, 水泳コーチ教本 1993

例 2: T-30 から求めた AT のトレーニングスピード (マグリシオ方式)

スイミングイブン・ファースターの著者である E・W マグリシオ(1999)による AT のトレーニングスピードの算出方法は以下の方法である。

T-30: 3~4週間に1回 30 分泳のトライアルを行い一定のペースで泳ぎ、泳距離を伸ばすように努力する。その間、100m 毎のラップタイムを計測し、平均記録から AT のトレーニングスピードを決定する方法である。

100m の平均記録が 1 分 08 秒 0 であれば

- 100m = 1.08.0 × 1 マイナス 1.5 秒 = 1.06.5
- 200m = 1.08.0 × 2 マイナス 2.0 秒 = 2.14.0
- 400m = 1.08.0 × 4 = 4.32.0

100m の平均記録から算出された 100m, 200m, 400m のトレーニングスピード

平均記録	100m	200m	400m
1.04.0	1.02.5	2.06.0	4.16.0
1.07.0	1.05.5	2.12.0	4.28.0
1.06.0	1.04.5	2.10.0	4.24.0

平均記録	100m	200m	400m
1.05.0	1.03.5	2.08.0	4.20.0
1.08.0	1.06.5	2.14.0	4.32.0

Ⅲ. KT 大学水泳部の AT に対する考えと AT の算出方法

競泳競技の最長の持久力種目は男子は 1500m であり時間にして 16 分前後、女子は 800m で時間にして 9 分前後でレースが行われているのが現状である。

私たちは、一般的に行われている T-30 (30 分泳) が時間的にも距離的にも長過ぎるのではないかと考え、競泳競技の最長競技種目である 1500m という距離と時間に対してのオーバーディスタンスは 2000m、時間にして 21 分～25 分程度で十分持久力評価の目安、AT の算出条件を満たすものだという結論に達し、T-2000 (2000m の全力泳) から AT のトレーニング記録を算出する事とした。

また、有酸素性トレーニングと AT のトレーニングの区分は一般的には以下のように考えられている。

有酸素性トレーニング	心拍数 140～160	血中乳酸値 2.0～3.0mM
AT のトレーニング	心拍数 160～170	血中乳酸値 4.0～5.0mM

これに対して KT 大学水泳部では、スイムのメインセットを漸進性の原則を取り入れたトレーニング方法を採用しているため、有酸素性トレーニングを下記の 3 段階に区分して実施している。トレーニング区分は、AT-1, AT, AT+1 で表示しているが、その表示内容については以下に示す。また、漸進性の原則を取り入れたトレーニング法については、トレーニングの実施例のスイム (S) の内容を参考にされたい。

AT-1	有酸素性トレーニング	心拍数 130～150	血中乳酸値 2.0～3.0mM
AT	AT のトレーニング (中レベル)	心拍数 150～170	血中乳酸値 2.0～3.0mM
AT+1	AT のトレーニング (高レベル)	心拍数 170～180	血中乳酸値 4.0～5.0mM

T-2000 から求めた AT のトレーニングスピード (KT 大学方式)

T-2000 の 100m の平均記録が 1 分 08 秒 0 であれば

- 100m = 108.0 マイナス 1 秒 = 1.07.0

・ 200m=(1.08.0 プラス 1 秒)×2= 2.18.0

・ 400m=(1.08.0 プラス 2 秒)×4= 4.40.0

100m の平均記録から算出した 100m, 200m, 400m のトレーニングスピード

平均記録	100m	200m	400m
1.04.0	1.03.0	2.10.0	4.24.0
1.05.0	1.04.0	2.12.0	4.28.0
1.06.0	1.05.0	2.14.0	4.32.0

平均記録	100m	200m	400m
1.07.0	1.06.0	2.16.0	4.36.0
1.08.0	1.07.0	2.18.0	4.40.0

IV. KT 大学における T-2000 の実施内容と AT のトレーニングスピード

KT 大学では、年 3 回(11~12 月, 1~3 月, 5~6 月)にテストを実施し、その結果から AT のトレーニングスピードを決定しているが、18 年 1 月の測定結果と AT レベルでのトレーニングスピードは以下(表 1)に示す通りである。測定内容は、100m 毎のラップタイムと終了直後の心拍数・3 分後の血中乳酸値である。また、測定記録が最高記録を上回らなかった場合には、最高記録からトレーニングスピードを決定することになっている。

表 1 AT のトレーニングスピード

	最高記録	平均記録	今回記録	平均記録	心拍数	乳酸値	100m	200m	400m
T.I	23.16.3	1.09.8	23.16.3	1.09.8	184	6.4	1.08.8	2.21.6	4.47.2
H.I	23.22.4	1.10.0	23.22.4	1.10.0	184	7.1	1.09.0	2.22.0	4.48.0
E.T	23.19.6	1.09.9	23.19.6	1.09.9	181	6.8	1.08.9	2.21.8	4.47.6
T.I	23.37.0	1.10.8	23.41.1	1.11.0	169	4.8	1.09.8	2.23.6	4.51.2
S.W	23.25.5	1.10.2	23.47.5	1.11.3	180	2.9	1.09.2	2.22.4	4.48.8
T.Y	22.52.6	1.08.6	22.55.5	1.08.7	133	1.3	1.07.6	2.19.2	4.42.4

V. 有酸素性トレーニングから無酸素性トレーニングまでの強度の分類(KT 大学方式)

KT 大学では、トレーニングの内容と効果を明確に示すため、有酸素性をレベル1~4、乳酸耐性をレベル5、無酸素性をレベル6~9とし、トレーニング全体を9段階のレベルに区分し実施している。特に有酸素性のトレーニングレベルについては、T-2000 の泳記録から AT の記録を算出し、AT-1 の記録と AT+1 の記録を決定するようにしている。トレーニングレベルの区分と心拍数、実施距離及び効果については以下(表 2)に示す通りである。

表 2 KT 大学水泳部のトレーニングレベル一覧

トレーニングレベル	(表示)	心拍数等	単位距離	トレーニング効果	
レベル 1	有酸素性	(AT-2)	110~130/分	50~1500m	ウォームアップ効果
レベル 2	有酸素性	(AT-1)	130~150/分	50~1500m	持久力の維持
レベル 3	有酸素性	(AT)	150~170/分	50~1500m	持久力の向上

レベル 4	有酸素性	(AT+1)	170~180/分	50~400m	最大酸素摂取量の向上
レベル 5	乳酸耐性	(LA)	心拍数 MAX	75~400m	耐乳酸性持久力の向上
レベル 6	無酸素性	(AN1)	乳酸刺激	50m	スピード能力の維持
レベル 7	無酸素性	(AN2)	乳酸刺激・産生	50m	スピード能力の維持
レベル 8	無酸素性	(AN3)	乳酸産生	50m	スピード能力の維持
レベル 9	無酸素性	(AN4)	非乳酸	25m 以下	パワーの向上

◎AT-1 は 100m で AT の記録より 2~3 秒遅い記録

◎AT+1 は 100m で AT の記録より 1~2 秒速い記録

VI. 持久力の向上を目的としたトレーニングメニューの実際

平成 17 年 12 月 19 日(月)~12 月 24 日(土)までの 1 週間のトレーニングを以下の内容で実施した。トレーニング内容(レベル)については、上記トレーニングレベル一覧を参考に決定している。

なお、この時期のトレーニング目的は、①ストロークテクニクの向上②持久力の向上③スピードの維持を目的としたトレーニングメニューであるため、トレーニングの質よりも量を重視した内容を実施した。

実施内容がセットになっているトレーニングは、ディクリーシング レスト インターバル セット [decreasing rest interval set](後半のセットの休息時間を短くしていく方法)とインクルーシング レスト インターバル セット[increasing rest interval set](後半の休息時間を長くしていく方法)の 2 つのトレーニング内容があるがいずれの方法もスピードの指示に従って、後半のセットの記録を速く泳ぐように努力しなければならない。

12 月 19 日(月)AM

W-up400m(-7.00)+50×6(-60)drill(13/m)
 K 50×6(-1.00)ch -1 fin(6/m)
 P 50×6(-1.00)bt -1 hy4(6/m)
 S 200 easy(-5.00)【30】
 S 300×15(-)fr (60/m)
 5(-4.10)-1 5(-4.00)at 5(-3.50)+1
 S 200 easy(-5.00)【95】
 BK50×10(-1.00)at fin(+1.00)(11/m)
 PP50×10(-1.00)bt an1(10/m)
 S 200 easy(-5.00)【121】
 PP100×18(-)fr -1.at.+1(26/m)
 6(-1.20)hy35 6(-1.25)hy57 6(-1.30)hy79
 D 400 Total 9600(152/m)

12 月 19 日(月)PM

W-up400m(-7.00)+50×6(-60)drill(13/m)
 K 50×6(-1.00)ch -1 fin(6/m)
 P 50×6(-1.00)bt -1 hy4(6/m)
 S 200 easy(-5.00)【30】
 BK100×8(-2.00)+1(+1.00)(17/m)
 PP100×12(-)(17/m)
 6(-1.20)at hy35 6(-1.30)+1 hy79
 S 200 easy(-5.00)【69】
 S100×30(-)(45/m)
 10(-1.20)-1 10(-1.30)at 10(-1.40)+1
 D 400 Total 7100(120/m)

12月20日(火)AM

W-up400m(-7.00)+50×6(-60)drill(13/m)
 K 50×6(-1.00)ch -1 fin(6/m)
 P 50×6(-1.00)bt -1 hy4(6/m)
 S 200 easy(-5.00)【30】
 S 400×9(-) im evens...reverse(57/m)
 3(-6.10)-1 3(-6.20)at 3(-6.30)+1
 S 200 easy(-5.00)【92】
 BK50×12(+10)at 50×3×4s(+1.00)(13/m)
 PP50×12(+10)at 50×3×4s(11/m)
 S 200 easy(-5.00)【121】
 S100×18(-)(25/m)
 6(-1.20)-1 6(-1.25)at 6(-1.30)+1
 D 400 Total 8900(152/m)

12月22日(木)AM

W-up400m(-7.00)+50×6(-60)drill(13/m)
 K 50×6(-1.00)ch -1 fin(6/m)
 P 50×6(-1.00)bt -1 hy4(6/m)
 S 200 easy(-5.00)【30】
 S 100×30(-)fr(40/m)
 10(-1.25)-1 10(-1.20)at 10(-1.15)+1
 S 200 easy(-5.00)【75】
 K 200×4(-4.00)at fin(+60)(17/m)
 P 200×8(-2.50)+1 hy3579(23/m)
 S 200 easy(-5.00)【120】
 PP50×36(-)at +1 an1(27/m)
 12(-40)hy5 12(-45)hy7 12(-50)hy9
 D 400 Total 9500(153/m)

12月23日(金)AM

W-up400m(-7.00)+50×6(-60)drill(13/m)
 K 50×6(-1.00)ch -1 fin(6/m)
 P 50×6(-1.00)bt -1 hy4 (6/m)
 S 200 easy(-5.00)【30】
 S 50×4×4style×3set(-)set(+1.00)(48/m)
 16(+10)at 16(+15)+1 16(+20)an1
 S 200 easy(-5.00)【83】
 BK100×8(-2.00)at ch(+60)(17/m)
 PP50×16(-60)an1 8-bt.8-fr hy4/9(16/m)
 S 200 easy(-5.00)【121】
 S 200×9(-)fr(25/m)
 3(-2.40)-1 3(-2.45)at 3(-2.50)+1
 D 400 Total 8100(152/m)

12月24日(土)AM

W-up400m(-7.00)+50×6(-60)drill(13/m)
 K 50×6(-1.00)ch -1 fin(6/m)
 P 50×6(-1.00)bt -1 hy4(6/m)
 S 200 easy(-5.00)【30】
 S 300×15(-)fr(58/m)
 5(-4.00)-1 5(-3.50)at 5(-3.40)+1
 S 200m easy(-5.00)【93】
 BK100×8(-2.00)at (+60)(17/m)
 PP100×10(-)fr(15/m)
 5(-1.20)-1 hy35 5(-1.30)+1 hy79
 S 200m easy(-5.00)【130】
 S 50×12(-1.00)an3 (12/m)
 1-6.bt 7-12.ch oodds...easy
 D 400 Total 9200 (148/m)

12月20日(火)PM

W-up400m(-7.00)+50×6(-60)drill(13/m)
 K 50×6(-1.00)ch -1 fin(6/m)
 P 50×6(-1.00)bt -1 hy4 (6/m)
 S 200 easy(-5.00)【30】
 PP100×18(-)fr -1 at +1(26/m)
 6(-1.20)hy35 6(-1.25)hy57 6(-1.30)hy79
 S 200 easy(-5.00)【61】
 S 200×18(-) fr (54/m)
 6(-2.50)-1 6(-3.00)at 6(-3.10)+1
 D 400 Total 7500(121/m)

12月22日(木)PM

W-up400m(-7.00)+50×6(-60)drill(13/m)
 K 50×6(-1.00)ch -1 fin(6/m)
 P 50×6(-1.00)bt -1 hy4 (6/m)
 S 200 easy(-5.00)【30】
 K 100×8(-2.00)at(+60)(17/m)
 PP100×10(-1.20)at hy35(14/m)
 S 200 easy(-5.00)【66】
 S 200×18(-)fr(47/m)
 6(-2.40)-1 6(-2.35)at 6(-2.30)+1
 D 400 Total 7500(119/m)

12月23日(金)PM

W-up400m(-7.00)+50×6(-60)drill(13/m)
 K 50×6(-1.00)ch -1 fin(6/m)
 P 50×6(-1.00)bt -1 hy4 (6/m)
 S 200 easy(-5.00)【30】
 BK 100×8(-1.50)ch at fin(+60)(15/m)
 PP100×15(-)fr hy35(22/m)
 5(-1.20)-1 5(-1.25)at 5(-1.30)+1
 S 200 easy(-5.00)【72】
 S 400×9(-)fr(45/m)
 3(-5.10)-1 3(-5.00)at 3(-4.50)+1
 D 400 Total 8000(123/m)

12月24日(土)PM

W-up400m(-7.00)+50×6(-60)drill(13/m)
 K 50×6(-1.00)ch -1 fin(6/m)
 P 50×6(-1.00)bt -1 hy4(6/m)
 S 200 easy(-5.00)【30】
 BK100×8(-2.00)at (+60)(17/m)
 PP200×10(-)fr(28/m)
 5(-2.40)at 5(-2.50)+1
 S 200 easy(-5.00)【80】
 S 100×30(-)fr(45/m)
 12(-1.20)-1 10(-1.30)at 8(-1.40)+1
 S 200 easy(-5.00)【130】
 S 200×5(-4.00)fr LA evens..easy(12/m)
 D 400 Total 9100 (156/m)

練習用語解説

W-up	ウォーミングアップ
K (キック)	ビート板の使用は自分で選択
P (プル)	パドルの使用は自分で選択
BK (ボードキック)	ビート板を使用
PP (パドルプル)	パドルを使用
(+15)	タッチ後, 15 秒の休息
(-1.00)	1 分の中に泳ぎと休息がある
ch (choice).	種目の自由選択
fr (Freestyle)	フリースタイル
im (individual medley)	個人メドレー
bt (Butterfly)	バタフライ
hy (hypoxic)	呼吸を制限
fin	フィンを使用 してのキック
D (down)	ダウン

VII. 大会結果

平成 16 年から 18 年まで 3 年間のインカレにおける個人種目の競技成績を以下に示す。競技成績の内容は 200m 以上の種目, つまり持久力系の方に良い成績を残しているようであるが, この結果はトレーニング内容と方法が少なからず影響しているのではないかと考えている。

平成 16 年第 80 回日本学生選手権水泳競技大会 (相模原運動公園水泳場) 16.9.5~7

E.T	200m 自由形	2.04.05	3位
I.S	400m 自由形	4.11.56	1位
	800m 自由形	8.34.70	1位
T.I	400m 自由形	4.23.46	7位
T.I	200m 背泳ぎ	2.13.76	5位
R.M	200m バタフライ	2.14.98	5位
M.Y	200m 個人メドレー	2.20.34	5位
	400m 個人メドレー	4.55.77	6位

平成 17 年第 81 回日本学生選手権水泳競技大会 (17.9.2~4)

E.T	200m 自由形	2.02.56	3位
	400m 自由形	4.17.19	4位
T.Y	400m 自由形	4.14.19	1位
	800m 自由形	8.41.48	2位
T.I	400m 自由形	4.20.58	6位
	800m 自由形	8.59.01	7位
T.I	100m 背泳ぎ	1.02.62	4位

	200m 背泳ぎ	2.12.04	2位
K.W	100m バタフライ	1.00.12	1位
	200m バタフライ	2.12.11	1位
R.M	200m バタフライ	2.13.71	6位
M.Y	200m 個人メドレー	2.19.07	5位
	400m 個人メドレー	4.54.61	7位

平成 18 年第 82 回日本学生選手権水泳競技大会(辰巳国際水泳場)18.9.1~3

A.Y	100m 自由形	57.59	8位
S.W	200m 自由形	2.03.93	5位
E.T	200m 自由形	2.02.75	3位
	400m 自由形	4.18.50	5位
T.Y	400m 自由形	4.15.88	1位
	800m 自由形	8.41.81	1位
T.I	400m 自由形	4.20.92	6位
	800m 自由形	8.56.16	7位
T.I	100m 背泳ぎ	1.02.58	4位
	200m 背泳ぎ	2.10.91	2位
K.W	100m バタフライ	1.01.25	5位
	200m バタフライ	2.14.29	7位
M.U	200m 個人メドレー	2.18.92	7位
	400m 個人メドレー	4.53.81	6位

VIII. まとめ

T-2000 の測定結果から AT レベルでのトレーニングスピードを決定し、トレーニングを実施した結果、平成 16 年から平成 18 年のインカレにおける個人種目の競技成績は前記のような成績を修める事ができた。また、団体総合成績は平成 16 年は 3 位、17 年・18 年は総合優勝の成績を修めた。

水泳部におけるトレーニングは 10 月から翌年 4 月の日本選手権大会までを日本選手権期(個人成績目標大会期間)、5 月から 9 月までをインカレ期(団体成績目標期間)とし、1 年を 2 シーズン制に分けて考え実施している。水泳は、有酸素性エネルギーと無酸素性エネルギーの双方を利用して行われる競技種目であるため、前記のような持久力向上のトレーニング多く行えばスプリント力の低下を招く恐れがある。そのため、トレーニングはシーズン前期・中期・後期と移行していくに従ってスプリント力を向上させる内容に変化していくのであるが、例え短距離泳者であってもより多くの酸素を利用するためには、この AT レベルの向上を図る必要があるという考え方から、持久力の向上を図るためのトレーニングとして実施してきた。ここ数年間の選手の記録向上、インカレの総合成績から判断して KT 大学水泳部の有酸素性トレーニング(AT-1, AT, AT+1)のトレーニングスピードの設定と漸進性の原則に従ったメインスイムの 3 段階方式に

よるトレーニング方法は、ある程度的を得たトレーニングスピードと実施方法であり、持久力向上を図るためのトレーニング効果を高めているのではないかと評価できるものであると考えている。

IX. 参考文献

- ・ マグリシオ：野村武男ほか訳(1986)スイミングファースター．ベースボールマガジン社．
- ・ マグリシオ：野村武男ほか訳(1999)スイミングイーブン・ファースター．ベースボールマガジン社．
- ・ 宮下充正(1993)トレーニングの科学的基礎．ブックハウスエイチディ．
- ・ 荻田太(1992)競泳トレーニングにおける全身泳，部分泳の効用．トレーニング科学研究会編 競技力向上のスポーツ科学．朝倉書店：東京．
- ・ 荻田太(1995)ピーキングコンディショニングの科学．トレーニング科学研究会編．朝倉書店：東京．
- ・ 田中孝夫(1987)速くなるためのトレーニング．スイミングマガジン，12．
- ・ 田中孝夫(1988)速くなるためのトレーニング．スイミングマガジン，1．
- ・ 若吉浩二(1995)最新の水泳トレーニング科学とメソッド．J.J.Sports Sci, 15．
- ・ 財団法人日本水泳連盟編(1993)新訂水泳指導教本．大修館書店：東京．
- ・ 財団法人日本水泳連盟編(1993)水泳コーチ教本．大修館書店：東京．