

トレーニング計画立案におけるトレーニングカテゴリーの 有用性について

高橋繁浩*

Usefulness of training categories in planning yearly training programs

Shigehiro TAKAHASHI

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the usefulness of training categories in yearly training programs. Programs designed with the use of training categories in 1998 and 1999 were compared from the results of blood lactate tests and percentage of individual best records broken. The primary findings of this study were as follows:

1) A comparison of the two programs revealed that the general endurance training period and the specific endurance training period during the off-season in 1998 may have been insufficient for improvement of endurance capacity; 2) the percentage of sprint training in competitive period in 1998, moreover, was low and may not have been sufficient to improve anaerobic capacity, as demonstrated by lower blood lactate accumulation and slower performance times in maximal effort swimming than in 1999; and 3) the above may account for the low number of individual best records broken.

These results suggested that training categories are useful in planning yearly training programs for competitive swimmers. More investigation will be needed, however, into the relationship between training conditions and intensities.

1. はじめに

1972年のミュンヘンオリンピックで、アメリカのマークスピッツ選手が1大会で7個の金メダルを獲得したことは、スポーツ界の歴史的快挙である。当時、彼をコーチしていたCaunsilman²⁾は、流体力学を研究し、水泳のストローク技術に新しい理論を発展させたことで、水泳界に科学を導入させた創始者といえる。以来、多くの研究者の報告をもとに、トレーニ

ングの場に科学が取り入れられるようになった。中でも、Maglischo¹⁾が1982年と1993年に出版した“Swimming Faster”と“Even Swimming Faster”は、研究理論を現場サイドへ導入していくのに画期的な著書であり、現在の水泳トレーニングの基盤であるといっても過言ではない。このような科学的トレーニングの導入が、今日の記録更新に大きく貢献していることは言うまでもない。コーチや選手らは、これまでの研究報告やトレーニング実績をもとにトレーニ

*講師

ング計画を立案し、それらに沿ってトレーニングを進めているはずである。しかしながら、その計画が予定通りに進められているのかどうか、その効果は得られているのかどうか、疑問を持つことがある。現状は、定期的に記録測定や体力測定を行い、その時点のコンディションによって判断することが多いと思われる。

そこで、本研究は、中京大学水泳部（以下中京大学とする）の1998年度と1999年度のトレーニング内容について、トレーニングカテゴリーを用いて比較し、その有用性について検討することを目的とした。

2. 方法

① トレーニングカテゴリーの比較

中京大学と International Center for Aquatic Research（以下 ICAR とする）、Maglischo、宮下の示すトレーニングカテゴリーについて比較するとともに、年間のトレーニングを基礎的持久力期、専門的持久力期、試合期、テーパー期に別け、各トレーニング期のトレーニングの割合についてトレーニングカテゴリーより比較・検討した。

—中京大学のトレーニングカテゴリー—

中京大学では、これまで報告されてきたトレーニングカテゴリー¹⁷⁾¹⁹⁾²⁶⁾を参考に、トレーニング強度の領域を7項目に分類したカテゴリーを用いて、トレーニングメニューを作成している(表1)。大きくは有酸素系と無酸素系に大別しており、有酸素系トレーニングとしては、AE(Aerobic)、EN-1(Endurance One)、EN-2(Endurance Two)、EN-3(Endurance Three)の4種類に分けている。AEは、リカバリーやクーリングダウンのようにゆっくりとした泳速で乳酸の除去を促すペースから、ウォーミングアップなど、筋温を高めることを目的としたペースとし、心拍数は120拍・分以下とする。EN-1は、脂肪燃焼率を高め、グリコーゲンを使わずに速く泳ぐ能力を高めることを目的とし、心拍数は120~140拍・分とする。EN-2は、無酸素性作業

閾値(AT)ペースとし、持久力向上を目的としたトレーニングとし、心拍数は150~180拍・分とする。EN-3は、最大酸素摂取量の改善を目的としたトレーニングペースであり、心拍数は180拍・分以上の最大有酸素運動としている。一方、無酸素系トレーニングとしては、AN-1(Anaerobic One)、AN-2(Anaerobic Two)、AN-3(Anaerobic Three)の3種類に分類している。AN-1は、心拍数180拍・分以上の強度で、短い距離で行う乳酸耐性能力の向上を目的としたトレーニングペースとし、AN-2は、最大乳酸産生能力の向上を目的としたトレーニングであり、最もストレスのかかるトレーニングとなる。AN-3は、10m~25mの距離で行うリン化合物燃焼能力向上のためのトレーニングとしている。

② ベストタイム更新率の比較

トレーニング成果の評価として1998年度と1999年度におけるベストタイム更新率と前年度ベストタイムからの更新率を比較した。

③ ラクテイトテスト

ラクテイトテストは、中京大学に所属する選手8名を対象に行った。測定方法は、200m泳を4回の漸増負荷法で、6分間のインターバルサイクルで行った。泳速は、1回目は200m泳自己ベストタイムよりも30秒遅いペースを目標とし、2回目は20秒、3回目は10秒遅いペースで泳いだ。最後の4回目は最大努力泳とした。水泳後の血中乳酸値と200m泳の記録を測定した。乳酸の測定は、ラクテートアナライザー(YSI社製)を用いて行った。採血は、ウォーミングアップを終了してから30分後に指先から行い、安静値に下がったのを確認してからテストに入った。1回目と2回目の採血は水泳終了直後に、3回目は水泳終了の1分と2分後に、そして4本目は水泳終了の3分、4分、5分、6分後に採血して最高値を求めた。水泳記録は200mトータルタイムを測定して泳速を求めた。

3. 結果

① トレーニングカテゴリーの比較

表1に、中京大学、ICAR、Maglischo、宮下のトレーニングカテゴリーを示した。中京大学、Maglischo、ICAR、宮下ともに、カテゴリーにおいて有酸素運動と無酸素運動とに大別している。ICARは、EN-2のトレーニング目的として最大酸素摂取量の改善とともに、乳酸耐性能力

の向上をもあわせた強度として位置付けている。宮下は、ミドルパワーのトレーニング目的として、ICARのカテゴリーに、さらに最大乳酸産生能力の向上も含めている。中京大学とMaglischoのカテゴリーの目的は、最大酸素摂取量の改善を、それぞれEN-3とEND-3とし、乳酸耐性能力の向上をAN-1とSPR-1とし、最大乳酸産生能力の向上をAN-2とSPR-2として位置付けている。したがって、分類数に違いはあ

表1 中京大学、ICAR、Maglischo、宮下の示すトレーニングカテゴリーの比較

	心拍数 (拍・秒)	血液中乳酸値 (mmol・l)	目的	中京大学の カテゴリー	マグリスコの カテゴリー	ICARの カテゴリー	宮下の カテゴリー
有酸素性運動	120以下	1~2	乳酸の除去や筋温を高める	AE		A1	ローパワー
	120~140	2~3	脂肪燃焼率を高める	EN-1	END-1	A2	
	150~180	4	無酸素性作業閾値レベルを高める	EN-2	END-2	EN-1	
	180以上	6~10	最大酸素摂取量の改善	EN-3	END-3	EN-2	ミドル パワー
無酸素性運動	180以上	6~8	乳酸耐性能力の向上	EN-1	SPR-1		
	190以上	8~12	最大乳酸産生能力の向上	EN-2	SPR-2		
			リン化合物燃焼能力の改善	EN-3	SPR-3	AN-2	ハイパワー

表2 1998年度と1999年度の中京大学の年間トレーニング内容

(1998年度)

シーズン 期分け	基礎的 持久力期 8週間								試合期 4週間				基礎的 持久力期 4週間				専門的 持久力期 3週間			試合期 3週間			テー パー期 3週間			専門的 持久力期 4週間				試合期 2週間		テー パー期 3週間			専門的 持久力期 7週間							試合期 2週間		テー パー期 3週間		
	持久力								持久力				持久力			持久力			パワー スピード ペース			休養 スピード ペース			持久力				パワー スピード ペース		休養 スピード ペース			持久力							パワー スピード ペース		休養 スピード ペース			
月	10月		11月			12月			1月				2月			3月			4月			5月		6月			7月				8月		9月													
週	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	1	2	3					
メゾサイ クル	I		II			III 梅村			IV				V			VI			日 室			I		II			日 本			I				II		III			日 学							

(1999年度)

シーズン 期分け	基礎的 持久力期 8週間								専門的 持久力期 9週間								試合期 5週間					テー パー期 3週間			専門的 持久力期 3週間			試合期 3週間			テー パー期 3週間			専門的 持久力期 6週間						試合期 3週間			テー パー期 3週間			
	持久力								持久力								パワー スピード ペース					休養 スピード ペース			持久力			パワー スピード ペース			休養 スピード ペース			持久力						パワー スピード ペース			休養 スピード ペース			
月	10月		11月			12月			1月				2月				3月					4月			5月			6月			7月				8月		9月									
週	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	1	2	3
メゾサイ クル	I		II			III 梅村			IV				V					日 室			I			II			日 本			I				II		III			日 学							

表3 Maglischo と野村が推奨する年間（オフシーズン期）トレーニング計画
 (Maglischo)

シーズン 期分け	基礎的 持久力期 8週間		専門的 持久力期 10週間		試合期 7週間		テーパ ー期 4週間	基礎的 持久力期 4週間	専門的 持久力期 8週間		試合期 5週間	テー パー期 3週間																													
目的	持久力		持久力		パワ ー ス ピー ド ペ ース		休 養 ス ピー ド ペ ース	持久力	持久力		パワ ー ス ピー ド ペ ース	休 養 ス ピー ド ペ ース																													
月	9月		10月		11月		12月		1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月																		
週	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
メゾサイ クル	I		II		III		IV		V		VI		VII				I		II		III		IV		V																

(野村)

シーズン 期分け	移行期 4週間	基礎的 持久力期 8~10週間		専門的 持久力期 8~10週間		試合期 4週間	テーパ ー期 4週間		
目的	柔軟性 測定	持久力		持久力		パワ ー ス ピー ド ペ ース	休 養 パ ワ ー ペ ース		
月	9月	10月		11月		12月	1月	2月	3月

るものの、いずれもトレーニング強度と目的はほぼ一致するものとする。

② 中京大学の年間トレーニング内容の比較

中京大学の1998年度と1999年度の年間トレーニング内容を表2に示した。

トレーニング内容は、4月上旬に行われる日本短水路選手権、6月中旬に行われる日本選手権、そして、9月上旬に開催される日本学生選手権の3大会をメイン大会としている。これらの大会が開催される4月から9月の期間をシーズン期とし、10月から3月までをオフシーズン期としている。年間のトレーニング開始は、10月の第1週からとして、1年間を52週に分けてトレーニング計画を組み立てている。

1998年度のトレーニング内容は、12月下旬の大会（梅村杯）に出場するために、12月初旬から試合期のトレーニングを取り入れている。その後の1月初旬から再び基礎的持久力期を4週間取り入れ、専門的持久力期を3週間、続いて試合期を3週間とり、3週間のテーパの後に日本短水路選手権に出場した。その後は、専門的持久力期を4~7週間、試合期を2週間、テーパ期を3週間取り入れ、6月の日本選手権と9月の日本学生選手権に出場している。一

方、1999年のトレーニング内容は、10月から基礎的持久力期を8週間取り入れ、その後、専門的持久力期を9週間、続いて試合期を5週間とテーパ期を3週間取り入れ、日本短水路選手権に出場した。その後は、専門的持久力期を3~6週間、試合期を3週間、テーパ期を3週間取り入れ、日本選手権と日本学生選手権に出場した。両年度を比較すると、1998年度は、12月に試合期を、そして1月に基礎的持久力期を取り入れたことにより、日本短水路選手権に向けての専門的持久力期間が6週間、試合期が2週間短くなった。また、シーズン期を通して、1999年度のトレーニング内容の方は、専門的持久力期を3~6週間取り入れ、試合期が3週間であるのに対し、1998年度は、1週間ほど専門的持久力期が長く、逆に試合期は1週間短かった。

続いて、表3に、Maglischoと野村の推奨する年間（オフシーズン）トレーニング計画を示した。Maglischoの年間トレーニング計画は、2シーズン制となっている。これは、アメリカでは3月下旬に行われる全米学生選手権と8月上旬に行われる全米選手権がメイン大会となるためである。この計画では、基礎的持久力期として4~8週間、専門的持久力期が8~10週間、

試合期が5～7週間、そしてテーパー期が3～4週間となっている。野村も基礎的持久力期を8～10週間、専門的持久力期を8～10週間、試合期とテーパー期を4週間とすることを奨めている。彼等の計画と比べると、3大会をメインとする中京大学のトレーニング内容では、1998年度は、オフシーズン期の専門的持久力期が7週間短かった。また、試合期の合計期間は7週間と同じであったものの、4週間と3週間とに2分割されていた。1999年度は、オフシーズン期のトレーニング内容はほぼ一致した。これに対し、シーズン期では、両年度とも大会の関係で各トレーニング期が、6～7月の専門的持久力期が6～7週間と、ほぼ同様であったことを除いては、トレーニング期が3週間ごとの過密な組み立てであった。

③ 各トレーニング期のカテゴリーの比較

表4に、1998年度と1999年度の中京大学と、Maglischoの推奨するトレーニング期ごとのカテゴリーの割合を比較した。両年度を比較すると、1999年度の方が、基礎的持久力期と専門的持久力期において、持久力トレーニングの割合が4～6%の値で高いこと、また、試合期において、スプリントトレーニングの占める割合が3%高い値を示した。これを表5に示した専門的持久力期にあたる1998年度の21週目と1999年度の19週目の週間カテゴリー別トレーニング量から換算し比較すると、持久力トレーニングの週間総距離では、11560mの差が観察された。中でも、EN-2は6200mと最も大きな距離差であった。同様に、スプリントトレーニングにお

表4 基礎的持久力期、専門的持久力期、試合期におけるカテゴリー別トレーニングの割合の比較

トレーニング期	カテゴリー	中京大学(98)	中京大学(99)	Maglischo
基礎持久力期	End-1	36%	40%	※60%
	End-2	32%	※38%	※10%
	End-3	1%	1%	5%
	Sprint	3%	4%	5%
	WU & Rec.	26%	※17%	20%
専門持久力期	End-1	34%	※39%	※50%
	End-2	34%	※39%	※10%
	End-3	1%	1%	10%
	Sprint	5%	6%	10%
	WU & Rec.	27%	※14%	※20%
試合期	End-1	41%	40%	※45%
	End-2	29%	※34%	※10%
	End-3	1%	1%	※10%
	Sprint	6%	9%	10%
	WU & Rec.	22%	※17%	20%

※中京大水泳部(98)に対し5%以上の差

表5 1998年度、1999年度、Maglischoの1週間のカテゴリー別トレーニング量の比較

トレーニングカテゴリー	1998年度 (21週間: 2月15日～21日)		1999年度 (19週間: 2月1日～7日)		Maglischo	
	距離(m) /1週間	トータル距離 に対する(%)	距離(m) /1週間	トータル距離 に対する(%)	距離(m) /1週間	トータル距離 に対する(%)
持久性トレーニング	34100m	71%	45660m	75%	22000～58000m	50～60%
基礎 (End-1)	16800m	35%	21510m	35%	12000～40000m	30～40%
閾値 (End-2)	16350m	34%	22550m	37%	6000～10000m	10～15%
負荷値 (End-3)	950m	2%	1600m	3%	4000～6000m	5～10%
スプリント トレーニング	1920m	4%	4190m	7%	4000～8000m	8～12%
ウォーミング アップ、ダウン	12200m	25%	11100m	18%	6000～12000m	12～15%

いては、2270mの差が存在した。これに対し、ウォーミングアップやリカバリーは5~13%高い値を示し、泳距離で1100mの差であった。Maglischoと中京大学を比較したところ、持久力トレーニング全体の割合はほぼ同じであったものの、いずれのトレーニング期においても、END-2の無酸素性作業閾値の向上を目的としたトレーニングの割合が、中京大学で24~28%と顕著に高く、対称的に、END-3の最大酸素摂取量を向上させるためのトレーニングの割合は4~9%低かった。これらは、1週間のカテゴリー別トレーニング量(表5)においても同様の結果を示した。また、専門的持久力期のスプリントトレーニングにおいても、4~5%低い値を示し、1998年度では、試合期のスプリントトレーニングにおいても4%低い値を示した。この値を泳距離(表5)から推察すると、およそ2000mに相当した。

④ 週間トレーニング内容

中京大学では、表6に示したように、1週間に9回の水中トレーニングを行った。月曜日の午前から水曜日の午前までの5回を続けて練習す

ると、水曜日の午後と木曜日の午前は休養日とした。そして、木曜日の午後から土曜日の午前までの4回の練習を行い、週末は休養日とした。持久力トレーニングの閾値トレーニングは、月曜日の午後、水曜日の午前、金曜日の午前に行い、木曜日の午後には過負荷トレーニングを行った。火曜日の午後と金曜日の午後は、強度の高いトレーニングの次の練習に当たるため、ドリル練習などを取り入れた回復と技術の向上を目的としたメニューとした。スプリントトレーニングとしては、火曜日の午前と金曜日の午前に耐乳酸トレーニングを行い、土曜日の午前はレペティショントレーニングを取り入れた乳酸産生トレーニングとしている。パワートレーニングは、月曜日と水曜日の午前、木曜日と金曜日の午後に取り入れている。このように、負荷と回復といったトレーニングバランスを考慮するとともに、トレーニング内容にメリハリをつけることで意欲の向上に努めた。

⑤ ベストタイム更新率の比較

表7に、1998年度、および1999年度に出場した大会での、ベストタイム更新率と前年度ベスト

表6 週間トレーニング内容

曜日	月	火	水	木	金	土	日
午前	基礎持久性 トレーニング (EN-1) パワー トレーニング (AN-3)	耐乳酸 トレーニング (AN-1)	パワー トレーニング (AN-3)	休み	閾値持久性 トレーニング (EN-2) 耐乳酸 トレーニング (AN-1)	乳酸産生 トレーニング (AN-2)	休み
午後	閾値持久性 トレーニング (EN-2)	基礎持久性 トレーニング (EN-1)	休み	過負荷持久性 トレーニング (EN-3) パワー トレーニング (AN-3)	基礎持久性 トレーニング (EN-1) パワー トレーニング (AN-3)	休み	休み

表7 1998年度と1999年度における大会でのベストタイム更新率と前年度ベストタイムからの更新率の比較

大会名		1998年度	1999年度
第19回梅村杯水泳記録会	12月	16% (n=36)	25% (n=36)
日本短水路選手権大会	4月	58% (n=31)	62.5% (n=24)
日本選手権大会	6月	42.8% (n=35)	52% (n=25)
日本学生選手権大会(インカレ)	9月	41.6% (n=35)	9月開催予定
前年度ベストタイムからの更新率		69% (n=44)	81.8% (n=42)

表8 1998年度と1999年度のラクテイトテストの比較

被験者	性	専門種目	OBLA (m/sec)		最大乳酸値 (mmol/l)		最高記録 (分-秒)	
			1998年	1999年	1998年	1999年	1998年	1999年
Y. S	女	平泳ぎ	1.27	1.27	6.3	※ 7.8	2-33-5	※2-30-2
M. K	男	自由形 (短)	※1.58	1.56	7.2	※ 9.2	2-00-1	※1-58-6
Y. U	男	自由形 (短)	1.54	※1.55	9.2	※10.6	2-02-2	※1-58-1
I. N	男	自由形 (短)	※1.55	1.53	9.2	※11.1	1-58-5	※1-58-4
S. A	男	自由形 (中)	1.63	1.63	10.0	※11.5	1-55-0	※1-53-5
S. I	男	自由形 (長)	1.60	※1.63	※10.0	9.8	1-56-0	※1-54-1
S. S	男	平泳ぎ	※1.36	1.34	6.7	※10.5	2-21-9	※2-20-6
T. M	男	個人メドレー	1.40	※1.49	※ 9.1	8.8	2-07-9	※2-05-6

※は測定の高い値

トタイムからの更新率を示した。

兩年度を比較すると、12月に開催された梅村杯では、1998年度は16%の更新率であったのに対し、1999年度の方が25%と高かった。年間トレーニング内容では、1998年は、梅村杯のために調整したにもかかわらず、ベストタイムの更新率が低かったことになる。4月の日本短水路選手権は、1998年度が58%で、1999年度が62.5%とわずかに高かった。6月の日本選手権においても42.8%と52%であり、1999年度の方が約10%更新率が高かった。また、前年度ベストタイムからの更新率を比較すると、1998年度が69%に対して、1999年度が81.8%と高い値を示した。さらに、今年度は9月に行われる日本学生選手権の結果が含まれていないことを考慮すると、さらに更新率が高くなることが予測される。

⑥ ラクテイトテストの比較

表8に1998年度と1999年度の7月下旬に行ったラクテイトテストの結果を示した。

持久力の指標として用いられる血中乳酸濃度の変移点となる無酸素性作業閾値の4 mmol/lをOBLAと規定し、その時点の泳速を求めた。また、最大血中乳酸値と最高記録は、ラクテイトテストの4回目の最大努力泳より求めた。OBLAの泳速を比較した結果、Y. S, S. Aの2名は同じであったが、M. K, I. N, S. Sの3名は1998年度の方がわずかに泳速が高かった。一

方、Y. U, S. A, T. Mの3名は、1999年度の方が高い泳速であった。最大血中乳酸値は、S. IとT. Mの2名が、1998年度で唯一高い値を示したが、あとの6名は1999年度において高い値を示した。また、最高記録においては、8名全員が1999年度において速い記録で泳いだ。

4. 考察

Maglischo⁹⁾らは、年間トレーニングのマクロサイクルとして、基礎的持久力期(General endurance period), 専門的持久力期(Specific endurance period), 試合期(Competition period)の3つのトレーニング期間を設定することを推奨している。基礎的持久力期はトレーニング開始から最初の6~10週間とし、持久力強化を主とし、序々にスピードを上げるが、疲労困憊には至らせないとしている。また、この期間でも、パワーとスピードの改善として、スプリントトレーニングを取り入れることを奨めている。専門的持久力期では、8~12週間をかけ、基礎的持久力期よりも質の高い持久力トレーニングを取り入れることにより、最大酸素摂取量の改善を図っている。試合期は、4~8週間とし、レースペーストレーニングや、無酸素性トレーニング、パワー系トレーニングを積極的に取り入れることを奨めている。同様に、Bompa¹⁾とHarre¹¹⁾も、この所見と一致した報告をしている。彼等の研究報告と比較すると、1998年度のト

レーニング内容は、とくにオフシーズン期において、専門的持久力期と試合期の期間が短かった。一方、1999年度については、彼等の推奨する内容とほぼ一致した。

有酸素トレーニングは、代謝を行うミトコンドリアの数と量を増大させ、クレブス回路の有酸素的代表に関わる各種酵素活性を増大させ、筋の酸化能力を向上させる。また、持久力トレーニングは、筋ミオグロビン量を増大させ、細胞内の酸素貯蔵量を増加させるとともに、ミトコンドリアへの酸素運搬能力の向上¹⁸⁾につながる。さらに、持久力トレーニングによって、有酸素過程を利用した脂肪を多く動員できるようになり、酸素消費量の増大とともに脂肪を酸化する能力が向上すると、グリコーゲンの消耗を節約することができる。このことは、一定強度の運動中における血中乳酸濃度を低下させることになる。これは、筋の乳酸産生速度の低下⁷⁾と、乳酸の除去能力の向上⁶⁾、の両者に由来するものである。したがって、筋の酸化能力を高めておくことは、乳酸の蓄積を抑制し、筋活動の持続能力を高めることを可能にするわけである。これらのことは、有酸素性能力を向上させることが無酸素性能力の改善につながることを意味する。

根本ら²¹⁾は、運動時間にして30秒～5分間のエネルギー獲得を乳酸性機構に依存する種目においては、競技直後の血中乳酸濃度が高いほど競技成績が良くなると述べている。同様に、Ohkuwa²³⁾らは、陸上の400m種目において、走行速度と競技後の血中乳酸濃度のピーク値との間に有意に高い相関関係が認められたことを報告している。このことは、30秒から5分間の激運動における筋疲労は、主に乳酸産生に起因すると考えられる。したがって、このような運動におけるパフォーマンスの向上は、乳酸産生能力の上限を高めることによって可能となる。森谷²⁰⁾と岩岡¹³⁾は、激運動を行うと、筋で産生された乳酸は生体内でほぼ完全に乳酸塩と等量の水素イオンに解離し、水素イオンの蓄積によって、筋中のpHは低下し、代謝性アシドーシスがもたらされ、その結果、筋疲労をもたら

すことを報告している¹⁷⁾。そして、このアシドーシスは、有酸素能力を向上させることによって遅らせることが可能であるとしている。これらの報告から、1998年度のトレーニング内容では、12月の大会のために調整したことによって、基礎的持久力期は2分割され、専門的持久力期の期間もまた短くなったために、筋の酸化能力を高めるための十分な効果が得られなかったかもしれない。また、Maglischo¹⁷⁾が、1週間に4000m～8000mのスプリントトレーニングを取り入れることで、無酸素性能力の向上に有効であると述べていることから、試合期において、スプリントトレーニングが不足し、無酸素性能力を十分に向上させることができなかったと推察される。

一方、ラクトイトテストにおいて、持久力評価の指標となるOBLAの泳速を比較した結果、1998年度と1999年度の間には違いは見られなかったものの、最大血中乳酸値と最高記録においては、1999年度の方が明らかに高い値であった。このことは、1999年度の年間トレーニングでは、オフシーズン期において持久力が高められ、これによって、乳酸産生に対して高いレベルまで耐えられる無酸素性能力が改善されたことが記録の向上につながったものと推察される。さらに、これらの結果はベスト更新率の差にも反映したと考えられる。

Maglischo¹⁷⁾は、競泳で成功するため最も重要なこととして、シーズン、1週間、1日に平均どれだけ泳いだかということよりも、持久的トレーニングとスプリントトレーニングをどのくらい実施したか、というトレーニングの割合であると述べている。そして、最適なトレーニングのバランスに関する研究報告がないとしながらも、経験と関係する研究資料から、基礎的持久力期、専門的持久力期、試合期におけるトレーニング期ごとのカテゴリーの割合を表記した。中京大学とMaglischoの求めたカテゴリーの割合をトレーニング期ごとに比較した結果(表4)、持久力トレーニング全体の割合に大きな違いはみられなかったものの、いずれのトレーニング期においても、中京大学の方がEN-2の無酸素性

作業閾値の向上を目的としたトレーニングの割合が顕著に高く、対称的に、EN-3の最大酸素摂取量を向上させるためのトレーニングの割合は低かった。一方、スプリントトレーニングにおいても、Maglischioの方が高い値を示した。このことについて、田端と西村²⁴⁾は、170% VO₂ max 強度（約50秒で疲労困憊に至る運動）で20秒間運動し、10秒間休息をはさんで疲労困憊まで繰り返す間欠的運動によって、無酸素性能力の指標とした総酸素借と最大酸素摂取量において有意な増加を観察したことから、このようなトレーニング条件では、無酸素系と有酸素系が混在しながらも、最大酸素摂取量の向上に貢献することを示唆した。また、金久¹⁵⁾は、田端²⁵⁾と Withers ら²⁷⁾の研究報告から、「1分以内に疲労困憊になる」あるいは「1分以内の全力ペース」運動において、エネルギー供給量全体に対する無酸素系の貢献度が50%を上回る状態でのトレーニングを無酸素性トレーニングとするならば、それ以外の運動条件は、有酸素性トレーニングとしての強度条件に相当することになるとしている。しかしながら、休息を入れて何回も反復する場合には、運動期と休息期の時間比率によって、無酸素系と有酸素系のエネルギー貢献度に違いが生じ、その設定次第でトレーニング全体の性質が無酸素系から有酸素系のものへ変容しうる。一方、有酸素系トレーニングであっても、運動時間の延長により無酸素系の動員が促され、無酸素系パフォーマンスの向上も可能であるとしている。Fritch⁸⁾は、トレーニング時間と血中乳酸濃度の関連から漕艇競技のトレーニング強度を6種類のカテゴリーに分類している。この分類では、1分前後の全力運動をカテゴリーⅠとし、約2分～5分間をカテゴリーⅡ、約6分～10分間をカテゴリーⅢ、10分～30分間をカテゴリーⅣとし、この運動レベルは無酸素性閾値に相当するとしている。そして、30分～90分の運動領域をカテゴリーⅤ、60分以上の運動をカテゴリーⅥとし、有酸素性閾値に相当するとしている。この分類においても、カテゴリーⅢとⅣ、ⅣとⅤ、そしてⅤとⅥに融合領域が存在することが観察される。つまり、

中京大学と Maglischio のカテゴリーごとのトレーニング目的は同じであるにもかかわらず、カテゴリー間に大きな差が観察されたことについては、トレーニング強度とカテゴリー間における設定基準に主観的な差が生じたことが理由のひとつと考えられる。このことは、有酸素系と無酸素系が融合する運動領域が存在することから、各トレーニングカテゴリーを運動領域ごとに分類することが容易でないことを意味する。したがって、トレーニングカテゴリーの分類を明確にするために、トレーニング条件と強度との関係についての十分な検証が今後の課題となってくる。

中京大学では、シーズン期には約8週間～10週間の間隔で大会を迎えるが、この間の約3～4週間で専門的持久力期とし、試合期へとトレーニング内容を移行させ、テーパーへと入っていく。このことについて、Maglischio¹⁷⁾は、大きな調整は年に1回とすることが望ましいとしながらも、大会が重なった場合には、次の大会に向けて調整する際に、再度試合期の通常の練習レベルに戻し、疲労をきたさないようにする。しかしながら、調整には前回ほどの長い期間を費やさなくても良いとしている。

また、中京大学では4週間で基本としたメゾサイクルを組んでいる。この場合、最初の3週間は激しいトレーニングを負荷し、その後の1週間は回復期間を設けることによって、肉体的および精神的回復と、次への適応を目指すように組み立てている。期間が3週間や5週間となった場合も、マクロサイクルの中間期にリカバリートレーニングを設けるようにしている。Hickson ら¹²⁾は、ランニングとサイクリング運動を行わせた際に、開始後3週間までは一定の最大下運動で心拍数と血中乳酸値の明らかな減少がみられたが、その後はトレーニング強度を上げるまでは向上しなかったことや、Gaesser ら⁹⁾が、3週間のトレーニング後に、一定負荷で53%の血中乳酸値の減少がみられたとの報告から、3から4週間のメゾサイクルが適切であるとする彼らと一致する所見であった。また、Jacobs ら¹⁴⁾が、30秒間の最大努力の自転車駆動

にて25%のグリコーゲンの枯渇がみられたこと、また、Cheethamら³⁾が、30秒間の最大ランニング運動後に同様の25%のグリコーゲンの枯渇を観察したこと、さらに、Costillら⁴⁾が、長い有酸素運動によって62~85%のグリコーゲンの枯渇がみられたことを報告している。これらから、Maglischo¹⁷⁾は、週間トレーニング内容では、グリコーゲン消耗の激しいトレーニングを連続して行ったり、週末にもってくるべきではないとしている。中京大学では、月曜日～水曜日の間に、グリコーゲンの消耗率が高いと思われる閾値持久力トレーニングを2回、耐乳酸性トレーニングを1回、パワートレーニングを2回行った。木曜日～土曜日には、閾値持久力トレーニングが1回、過負荷持久力トレーニングが1回、耐乳酸性トレーニングが1回、乳酸産生トレーニングが1回行ったが、1週間の中間日である水曜日の午後と木曜日の午前に休息が入ることや、ハードトレーニング後の練習では、基礎的持久力やストローク技術を重視したトレーニング内容となっていることから、強化と回復とのバランスは取れているものと推察する。

5. まとめ

1998年度と1999年度の年間トレーニング内容について、トレーニングカテゴリーより比較した結果、以下のことが観察された。

- ①1998年度と1999年度の年間トレーニング内容を比較した結果、1998年度のトレーニング内容は、持久力を強化するための期間が十分でなかった。
- ②また、試合期におけるスプリントトレーニングの割合が低かったことは、無酸素性能力にも悪影響を及ぼしたかもしれない。
- ③さらに、このことがシーズン期におけるベストタイム更新率の差にも影響したと推察される。

以上のことから、トレーニングカテゴリーを用いてトレーニング計画を組み立てることは、シーズン期の重要な大会で好成績をあげるのに有用であることが示唆された。しかしながら、

トレーニング強度に対応したカテゴリーを分類するにあたり、トレーニング条件と強度との関係について十分な検証が今後の課題となった。

6. 引用文献

- 1) Bompa, T. O. Theory and Methodology of training. Dubuque, IA : Kendall/Hunt. 1983.
- 2) Counsilman, J. E. Science of Swimming. Englewood Cliffs, N. J. : Prentice-Hall. 1968.
- 3) Cheetham, M. E., Boobis, L. H., Brooks, S., and Williams, C. Human muscle metabolism during sprint running. Journal of Applied Physiology, 6 (1) , 54-60, 1986.
- 4) Costill, D. L., Flynn, M. G., Kirwan, J. A., Mitchell, J. B., Thomas, R., and Park, S. H. Effects of repeated days of intensified training on muscle glycogen and swimming performance. Medicine and Science in Sports and Exercise, 20 (3) , 249-254, 1988.
- 5) Costill, D. L., Maglischo, E. W., and Richardson, A. B. Handbook of Sports Medicine Swimming, Blackwell Scientific Publications, 1992.
- 6) Donovan, C. M. and Brooks, G. A. Endurance training affects clearance, not lactate production. Am. J. Physiol., 244 : E83-E92, 1983.
- 7) Farvier, R. J., Constable, S. H., Chen, M. and Holloszy, J. O. Endurance exercise training reduces lactate production. J. Appl. Physiol., 61 : 885-889, 1986
- 8) Fritch, W. Zur Entwicklung der speziellen Ausdauer im Rudern. Beiheft zu Leistungssport, 26, 4-32, 1981.
- 9) Gaesser, G. A., and Poole, D. C. Blood lactate during exercise. time course of training adaptation in humans. International Journal of Sports Medicine. 9 (9) , 284-288, 1988.
- 11) Harre, D. (Ed.) . Principles of sports training. Berlin : Sportverlag. 1982.

- 12) Hickson, R. C., Hagberg, G. M., Ehsani, A. A., Holloszy, J. O. Time course of the adaptive responses of aerobic power and heart rate to training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 13 (1), 17-20, 1981.
- 13) 岩岡研典：骨格筋，血液の緩衝能力と運動の持続。体育の科学，40：547-554,1990
- 14) Jacobs, I., Tesch, P. A., Bar-Or, O., Karlsson, J. and Dotan, R. Lactate in human skeletal muscle after 10 and 30s of supermaximal exercise. *J. Appl. Physiol.*, 55：365-367, 1983.
- 15) 金久博昭：トレーニングの基礎的概念，トレーニング科学(トレーニング科学研究会編)，pp18~27, 朝倉書店，1996.
- 16) Karlsson, J. OBLA ; A new concept for exercise testing. *Int. J. Sports Med.* (Special issue) , 1982.
- 17) Maglischo. E. W. *Swimming Even Faster*. Mayfield Publishing Company, 1993.
- 18) McArdle, W. D., Katch, F. I. and Katch, V. L. Training for anaerobic and aerobic power. In : *Exercise physiology : energy, nutrition, and human performance*, 3rd edition, pp. 423-451, Lea & Febiger, 1991.
- 19) 宮下充正：トレーニングの科学 . パワーアップの理論と方法，講談社，1985.
- 20) 森谷勇：筋肉と疲労 . 体育の科学，42：335-341, 1992
- 21) 根本勇・土屋一晃・岩岡研典・田畑泉・田中邦雄：ペース配分が血中の乳酸・電解質濃度およびパフォーマンスに及ぼす影響，スピードスケート1000mをシュミレートした最大自転車駆動について。トレーニング科学, 2：62-67, 1990.
- 22) 野村武男：水泳のトレーニング，スポーツの科学(松浦義行=編)，pp102~112, 朝倉書店，1985.
- 23) Ohkuwa, T., Kato, Y., Katumata, K, Nakao, T. and Miyamura, M. Blood lactate and glycerol after 400-m and 3000-m runs in sprint and long distance runners. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 53：213-218, 1984.
- 24) 田端泉，西村幸治：スピードスケートの陸上トレーニングに用いられるインターバルトレーニングの代謝特性とその最大酸素摂取量および最大酸素借におよぼす影響 . 平成元年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告，NO- IV 競技力向上に関するスポーツカリキュラムの研究開発，pp207-212, 1990.
- 25) 田端 泉：筋のエネルギー産生，身体運動のエナジェティックス(田端 泉，山本正嘉著，宮下充正監)pp9-112, 高文堂出版社，1990.
- 26) United States Swimming International Center for Aquatic Research : *A Sports Medicine and Science Program Update*. 1989.
- 27) Withers, R. I, et al Muscle metabolism during 30, 60 and 90s of maximal cycling on air-braked ergometer. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 63, 354-362, 1991.