

水泳競技強化での体組成測定の利用

～ I n B o d y 測定機を活用して～

岩手県立福岡高等学校

及 川 雄 輝

1. 目的

競泳は、「抵抗を制する者、勝負を制す」（高木 2001）ともいわれる競技であり、水中運動は空気中と比較して非常に大きな抵抗が働き、形態が圧力抵抗や造波抵抗に大きな影響を及ぼすとされている（高木ら 1997）。Karpovichによると、抵抗値は速度の2乗に比例して増加するとされており（Karpovich 1933）、競泳では体脂肪量が少なく体表面積が小さいほど抵抗が少なく、パフォーマンスを向上させることができると考えられるかもしれない。しかし、一定の推進力を加えた時の水中における身体の移動距離（グライド泳距離）は、体脂肪率が高い者程長いとされている（Sato 2001）。つまり競技レベルが高くなるにつれ、形態をコントロールすることは競技パフォーマンス向上のために重要な要素となり得ると考えられる。また、岩手県高体連水泳専門部が主催する県内強化合宿（以下「強化合宿」と略す）中は普段の3倍程度の練習時間となるため、選手のオーバーワークに対する予防が課題とされていた。そこで、2012年度より強化合宿において、ITO-InBody370（伊藤超短波株式会社）を用いた体組成測定によって、合宿中の選手の体調管理、体組成データの蓄積と、県内指導者・選手へのフィードバックを行うこととした。あまり資金をかけず実施できること、選手へのフィードバック、トレーニング計画作成等のためのデータとするという観点から、皮脂厚や胸囲等といった形態測定ではなく、体組成測定を行うこととした。

2. 方法

体組成測定には ITO-InBody370（伊藤超短波株式会社）（以下「インボディ測定機」と略す）を使用した（図1）。インボディ測定機は、盛岡市仙北町にある【かつぱ はり・きゅう・整骨院】が所有する機器を借用することとした。平成25年6月から、年間8～9回実施される強化合宿の初回と最終回の練習直後に実施し、2日以内で行われる合宿については、初回の練習直後のみ測定することとした。これまでに合計17回の測定を行うことができています（表1-a, b）。測定対象者は強化合宿に参加した県内高校競泳選手とした。強化合宿は合宿毎に対象となる選手が異なることや、選手の都合により参加できない場合があるため、全ての測定で対象となる選手は異なっている。

選手には図2のシートを用いてフィードバックを行い、データの蓄積は表2-a, bにあるエクセルで作成した様式を用いた。蓄積したデータは、希望した指導者には担当選手分を電子メールで配布した。選手に対しては合宿、大会等でノートPCを利用して公開した。その際、本人以外の選手のデータは見ないように指導した。また、2013年10月の強化合宿参加者の中で、過去に複数回測定した選手に対して表2-a, bを印刷した用紙を配布した。

表1-a 形態測定実施者一覧（男子）

	NAME	2012年										2013年						
		5/28	6/2	6/8	6/11	9/1	9/5	10/5	10/8	12/27	12/30	4/30	6/30	7/2	8/4	8/6	9/6	9/8
1	KK	○				○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○
2	AY	○		○	○	○												
3	MT	○	○		○													
4	HR	○	○	○	○													
5	FY	○	○	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○
6	JT	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○
7	TJ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
8	MT	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
9	YK	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
10	HK	○	○	○	○	○	○			○	○				○	○		
11	FR	○	○	○	○			○	○				○	○				
12	MY	○	○	○	○													
13	TM	○						○					○	○				
14	MK	○						○					○	○				
15	YY	○																
16	AK	○						○										
17	HH	○						○										
18	NS	○						○										
19	NY	○						○		○	○		○	○				
20	KK	○						○		○	○		○	○	○	○		
21	CT	○						○										
22	MG			○	○	○							○	○	○	○	○	○
23	KD							○										
24	SR							○										
25	FY							○										
26	ST							○										
27	EK							○										
28	YN							○										
29	KY							○										
30	OK							○					○	○				
31	TS							○										
32	TA												○	○	○	○	○	○
33	NA												○	○				
34	SY												○	○	○	○	○	○
35	SR												○	○	○	○		
36	MD												○	○				
37	OD												○	○				
38	TR												○	○				
39	IM																○	○
40	SS																○	○
	Number	21	8	11	12	9	8	25	7	6	6	2	20	20	12	12	11	11

表 1-b 形態測定実施者一覧 (女子)

	NAME	2012年										2013年							
		6/28	8/2	8/8	8/11	9/1	9/5	10/5	10/8	12/27	12/30	4/30	6/30	7/2	8/4	8/6	9/6	9/8	
1	S.M	○	○	○	○	○				○	○								
2	Y.M	○	○	○	○			○	○				○	○	○	○			
3	I.M	○	○	○	○	○	○												
4	K.I	○	○	○	○	○				○	○								
5	G.T	○	○	○	○		○												
6	K.M	○						○					○	○					
7	M.T	○																	
8	T.M	○																	
9	T.Y	○						○		○	○		○		○	○			
10	H.W	○																	
11	I.M	○						○		○	○								
12	S.Y	○						○		○	○		○						
13	K.M	○						○					○		○	○			
14	S.K	○								○	○								
15	Y.A	○						○											
16	A.Y	○																	
17	T.R	○																	
18	H.N			○	○	○	○		○				○	○		○	○	○	
20	K.M			○	○	○							○	○	○	○	○	○	
21	I.M					○							○	○					
22	O.R							○					○	○					
23	N.M							○											
24	Y.Y							○	○		○								
25	O.Y							○	○										
26	I.S							○											
27	S.M							○											
28	T.Y							○											
29	I.K							○											
30	K.H							○											
31	T.M							○											
32	O.N							○					○	○					
33	M.A							○											
34	S.T							○			○								
35	S.M							○		○	○		○	○					
36	M.M							○		○	○								
37	S.S												○	○	○	○			
38	T.A												○	○	○	○			
39	I.N												○	○					
40	M.K												○	○					
41	T.Y												○	○					
42	T.A												○	○					
43	S.R																		
Number		17	5	7	7	8	3	24	4	10	10	0	16	12	7	7	2	2	

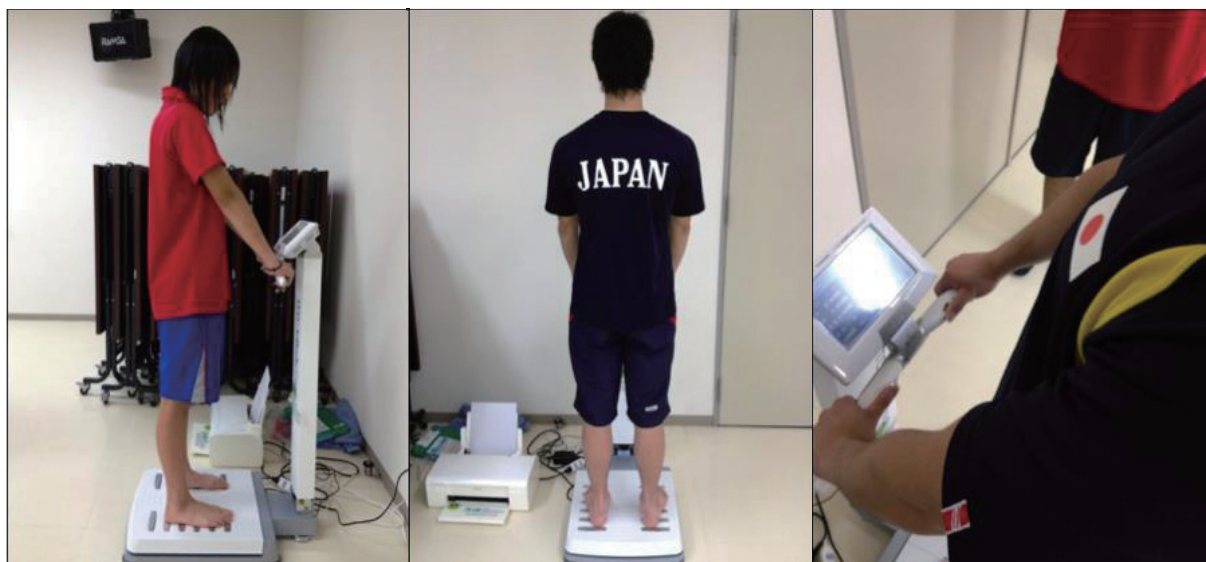


図1 インボディ測定の様子

表2-a データ蓄積様式

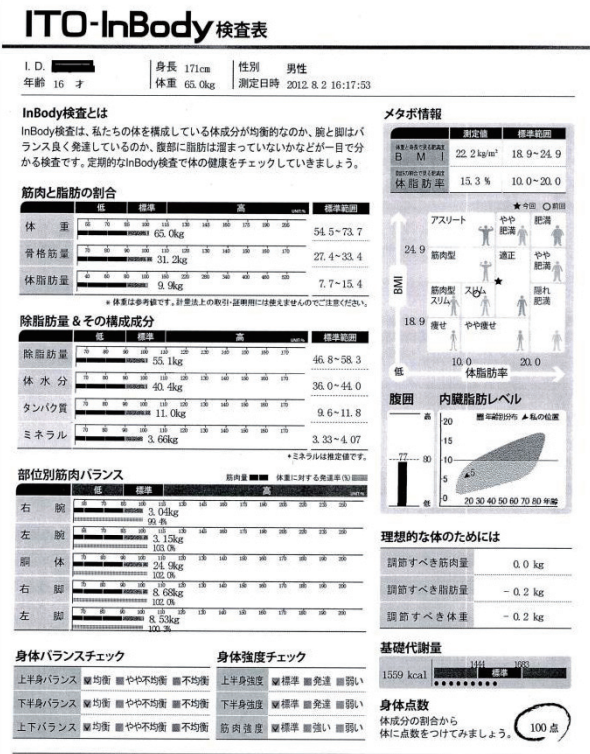
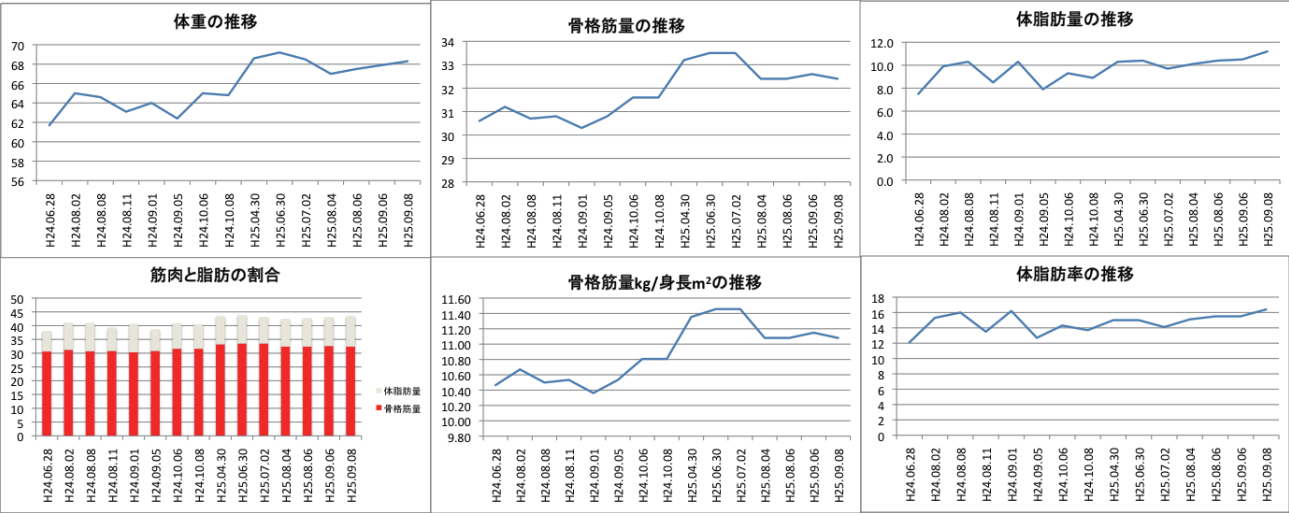


図2 選手へのフィードバック用紙

ID.						
測定日	H25.5.1	H25.7.1	H25.7.3	H25.8.5	H25.8.7	H25.9.6
年齢	16	17	17	17	17	17
身長	171	171	171	171	171	171
性別	男	男	男	男	男	男
【筋肉と脂肪の割合】						
体重	68.6	69.2	68.5	67	67.5	68.3
骨格筋量	33.2	33.5	33.5	32.4	32.4	32.4
体脂肪量	10.3	10.4	9.7	10.1	10.5	11.2
【除脂肪量 & 構成成分】						
除脂肪量	58.3	58.8	58.8	56.90	57.1	57.1
体水分	42.7	43.1	43.1	41.7	41.8	42
タンパク質	11.6	11.7	11.8	11.4	11.5	11.3
ミネラル	4	4.01	3.9	3.78	3.89	3.88
【部位別筋肉バランス】						
右腕	3.42	3.4	3.41	3.29	3.26	3.32
左腕	3.43	3.44	3.45	3.3	3.27	3.35
右脚	8.59	8.79	8.75	8.51	8.71	8.47
左脚	8.5	8.72	8.62	8.41	8.6	8.43
【身体バランスチェック】						
上半身バランス	均衡	均衡	均衡	均衡	均衡	不均衡
下半身バランス	均衡	均衡	均衡	均衡	均衡	均衡
上下バランス	均衡	均衡	均衡	均衡	均衡	均衡
【身体強度チェック】						
上半身強度	標準	標準	標準	標準	標準	標準
下半身強度	標準	標準	標準	標準	標準	標準
筋肉強度	標準	標準	標準	標準	標準	標準
BMI	23.5	23.7	23.4	22.9	23.1	23.2
体脂肪率	15.0	15.0	14.1	15.1	15.5	16.4
腹囲	82	81	81	81	80	82
内臓脂肪レベル	5	5	5	6	5	7
【理想的な体】						
調整すべき筋肉量	0	0	0	0	0	0
調整すべき脂肪量	0	0	0	-0.4	-0.4	-1.2
調整すべき体重	0	0	0	-0.4	-0.4	-1.2
基礎代謝量	1629	1640	1641	1599	1602	1603
身体点数	102	102	102	101	101	101

表2-b データ蓄積様式



3. 結果と考察

(1) 幅広い競技レベルの選手を対象として体組成を測定することができた。

強化合宿はそれぞれ参加対象選手が異なっている。10月の強化合宿は参加選手間で最も競技レベルに差があり、県新人戦で4位の選手からインターハイ入賞レベルの選手が参加対象者となっている。幅広い競技レベルの選手を対象として体組成を測定したことで、競技レベルに応じた体組成の特徴や、チーム毎の体組成の特徴を調べることができた。例えば、全国大会出場選手と出場できなかった選手とでは、身長にあまり差は見られなかったが、体重や筋量には差が見られた。また、脚筋量が多い傾向が見られるチームでは、キックトレーニングの成果を見ることができた。しかし、これらは単年度でのデータによる分析に過ぎないため、信頼性は低い。今後県内選手のデータを蓄積し続けることで、より信頼性の高いデータが得られるのではないかと考えている。全国大会出場に向けて目標とすべき筋量や、特に女子選手で目安となる体脂肪量等はトレーニング計画作成等に有効活用できるのではないだろうか。

(2) 指導者へのフィードバックによる成功事例

希望する指導者へは担当選手分の測定結果を提供することとしている。図3は全国大会出場レベル選手（H.K）の左右腕筋量と左右脚筋量の体重に対する発達率の内、2012年から2013年の間で最も左右差が大きかった測定値と、最も小さかった測定値を比較したものである。H.K選手の指導者に体組成データを提供したところ、2012年6月28日の測定結果から筋量の左右差の矯正に着目し、課題とした。2013年8月4日の測定では、図3のように腕筋量に左右差は見られなかった。H.K選手の指導者からは、以前までは泳ぎに左右バランスの崩れが見られていたが、上肢の筋量に左右差がなくなったことで、改善することができたという感想を聞くことができた。H.K選手は2013年度ベスト記録を更新し岩手県新記録を樹立するなど、活躍することができた。

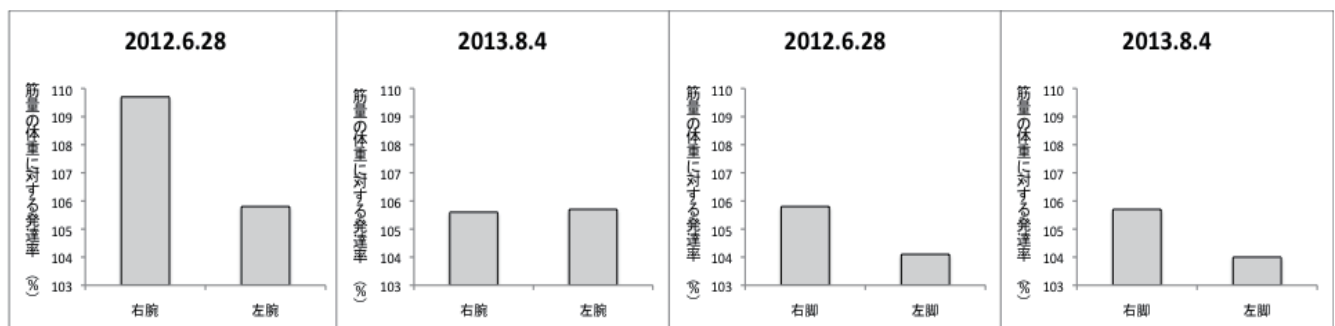


図3 左右腕筋量と左右脚筋量の体重に対する発達率（H.K選手）

(3) 選手へのフィードバックによる成功事例

図4は全国大会入賞レベル選手（K.K）の2012年9月と2013年9月の強化合宿で測定した体脂肪量を表したものである。K.K選手は2012年9月の強化合宿期間中に大きく体脂肪量が減少していた。このことに対し、練習量の増加と栄養摂取のバランスが取れていないのではないかと予想し、2013年9月の強化合宿では体重を減らさないように食事につけるようアドバイスをした。その結果、2013年9月の強化合宿では体脂肪量を大きく減少させることがなかった。また、図5はK.K選手のシーズンベスト（以下、「SB」と略す）に対する競技結果の推移を表したものである。SBは2012年6月から2013年9月の400m自由形（以下、「400Fr」と略す）の競技結果のうち、短水路と長水路での競技会からそれぞれ最も速かったタイムと定義している。図5から、2013年6月は足関節捻挫を起こしてしまい低調な結果となったが、2012年度と比較すると2013年度は9月のシーズン後半まで安定して好成績を残していることが窺える。

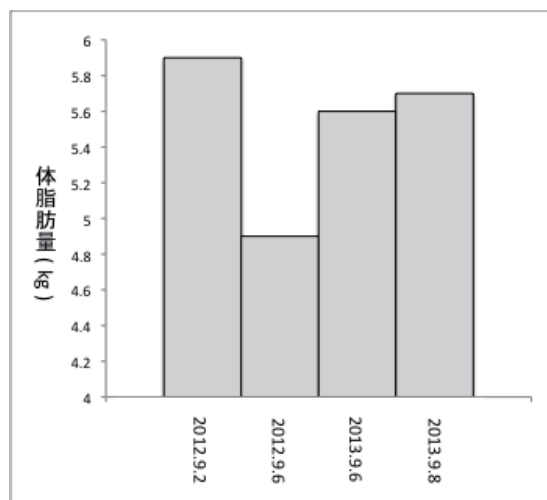


図4 体脂肪量 (K.K選手)

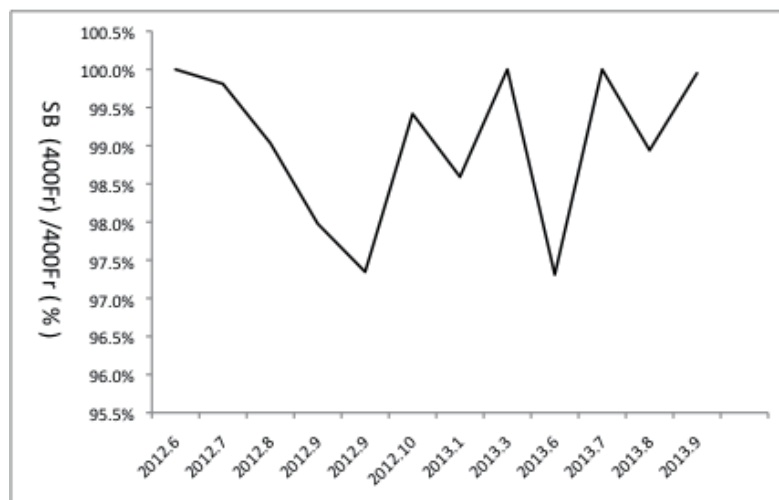


図5 シーズンベストに対する競技結果の推移 (K.K選手)

(4) 体脂肪量を維持したことによる成功事例

図6は全国大会3位入賞レベル選手（J.T）の2012年6月から2013年9月までの体脂肪量と体脂肪率の推移を表したものである。J.T選手は2012年度の測定結果から、体脂肪のばらつきが大きかったことに着目し、2013年度は体脂肪があまり変化しないようにコントロールした。その結果、図6のようにシーズン後半の9月にかけて、多少増加傾向であるものの、ばらつきはあまり見られなかった。図7は2012年と2013年の5月から9月における100m背泳ぎの全競技結果と、体脂肪量の全測定結果のばらつき（標準偏差と分散）を表したものである。この図から、2012年度と2013年度のばらつきを比較すると、2013年度の方が小さいことがわかる。これらは個人のデータであるため、統計的に体脂肪の変化と競技結果に相関関係があるかどうかは判断できない。しかし、体脂肪量をコントロールすることは、練習量と栄養摂取のバランスを保つ指標ともなり、安定した競技結果を生み出すために有効な手段である可能性があるのではないだろうか。

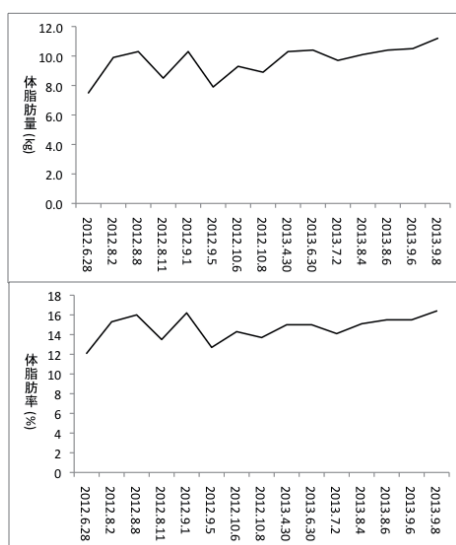


図6 体脂肪の推移 (J.T選手)

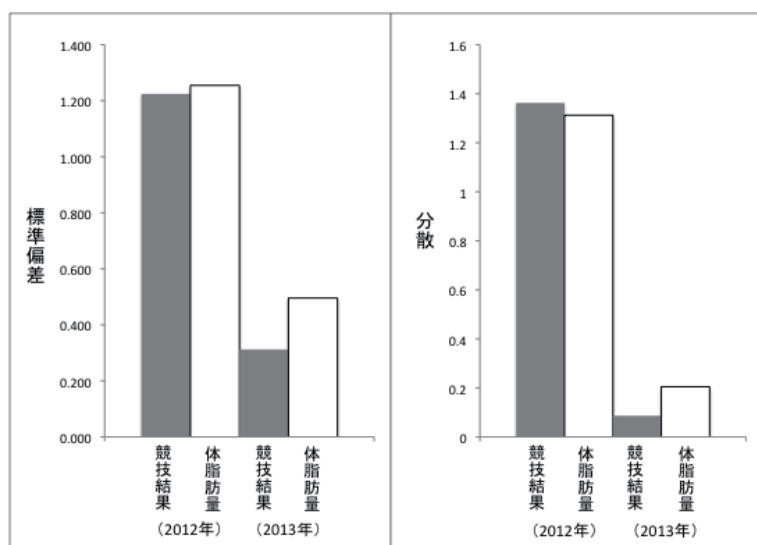


図7 競技結果と体脂肪量のばらつきの比較 (J.T選手)

4. まとめと今後の課題

【データのためのデータから、データへ】

これまでに17回のインボディ測定を行ったが、結果と考察にあげたような事例を得ることができた。しかし、これらの事例には統計的な裏付けがなく、信頼性が低い。また体組成と競技力の変化の関係について、3(3)や(4)に示した事例等は体組成をコントロールしたことによる結果なのかどうか検証することが難しく、実際には体力や精神力、技術力等が大きく関与していた可能性も十分に考えられる。つまり現在得られているデータだけでは、予測によるアドバイス程度に停まってしまう。これからインボディ測定を継続し、膨大な計測結果を蓄積していくことでより信頼性のあるデータを得られるのではないだろうか。最も重要なことは測定を継続していくことであり、それによって新たな知見や気づきが得られることを期待している。今後は以下にあげる課題を改善していきながら、より信頼性のあるデータを目指し継続していきたい。

① 測定結果の公開

インターネットを活用したデータ提供を行う。これによって、県内指導者はいつでもインボディ測定データを閲覧することができる。担当選手や過去の県内選手のデータをいつでも参考にすることで、トレーニング計画作成等に大いに役立つのではないだろうか。そのためには、セキュリティー対策や、権利を有すれば簡単に見られるシステムにする必要があるだろう。

② インボディ測定以外で体組成や形態を測定できる方法を模索していく。

県内選手のデータだけでなく、県外選手やトップ選手のデータと比較したり、参考にすることができれば、信頼性が高まり活用の幅が広がるだろう。しかし、同様の測定方法で参考文献や他県でも行っているという情報を得ることができていない。参考文献や他県の取り組みを参考にしながら、実現可能な方法を模索していきたい。

③ 選手へのフィードバックの方法を改善する。これまでは図2や表2-a, bの用紙を配布したり、見方の解説や助言を行ってきたが、測定者全員に対して個々の測定結果に応じたデータの活用方法や、栄養・運動処方等を理解させることはできていない。今後は講義やガイドブックのような物を作成することで、選手自身でデータを活用し、得られた課題を克服できるような体制を整えたい。

5. 参考文献

- 1) 高木英樹 (2001) 抵抗を制する者、勝負を制す. Japanese Journal of Sciences in Swimming and Water Exercise No. 4
- 2) 高木英樹・野村照夫・松井敦典・南隆尚 (1997) 日本人競泳選手の抵抗係数. 体育学研究 41 : 484-491
- 3) Karpovich, P.V. (1933) Water Resistance in Swimming Research Quarterly 4 (3) : 21-28
- 4) Susumu Sato, Shinichi Demura, Masakatsu Nakada, Kosho Kasuga, Yukio Ikemoto (2001) Japanese Journal of Sciences in Swimming and Water Exercise No. 4