

『スピード型か持久力型か，筋線維タイプの
決定とこれを応用した指導法』

筑波大学附属駒場中・高等学校 保健体育科

小沢 治夫

『スピード型か持久力型か，筋線維タイプの 決定とこれを応用した指導法』

筑波大学附属駒場中等高等学校 保健体育科

小沢 治夫

はじめに

身体運動は，筋のもつパワーや持久性などに依存しているが，それはまた，筋線維タイプの筋に占める割合にも起因しているからである。たとえば，速筋線維優位の生徒はパワーがあってスピード型のスポーツに適するし，遅筋線維優位の生徒は持久型のスポーツに適している。

これまで，競技者を対象とした筋線維に関する研究は数多くあるが，発育発達期の児童や生徒については海外の報告がわずかにあるだけで，本邦には全くみあたらない。これは，筋線維を決定する方法が筋生検による観血的方法であるためにきわめて研究が行いにくいことに起因している。ところが最近，勝田らは50m走，12分間走の成績と筋生検の結果とは高い相関をもつことを報告している。この高い相関をもつ回帰式を応用すれば，日常のフィールドテストから筋線維タイプを判定することが可能であり，生徒の筋線維タイプを比較的容易にかつ正確に決定することができると考えられる。スポーツがますます盛んになってきている今日，学校教育の場面においても，個々の生徒に対応した指導やカリキュラムが待たれている。スポーツ適性を考慮し個々の能力にみあった運動を処方していくために，筋線維タイプを推定し，これを応用した指導法は，個々の能力に応じた指導を考えるために有効と思われる。

そこで今回，発育発達期にある高校生を対象として，筋線維タイプを，フィールドテストの50m走と12分間走の結果から推定し，指導に生かすための個々の生徒の特性を筋線維タイプから定量的に評価するとともに，これらを指導上に生かすことを目的として本研究を実施した。

研究方法

1) 対象

筑波大学附属駒場高校の2年生男子生徒106名である。その身体的特徴は表1に示した。なお被験者は，測定実数150名のうち当日不調の者や十分力を発揮できなかったと感じた者は除いた106名である。

2) 測定内容および方法

文部省のスポーツテストに準拠した方法で50m走タイムを，同一日に十分な休憩をはさんで2

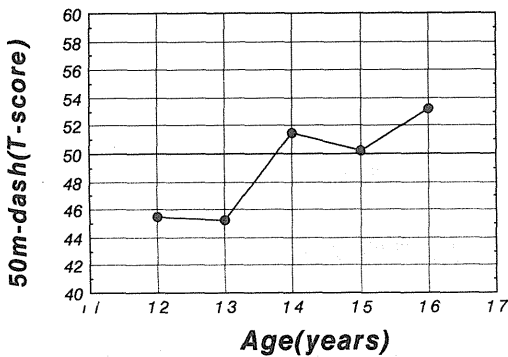


図1. 中学1年生から高校2年生までの50m走タイムの縦断的变化

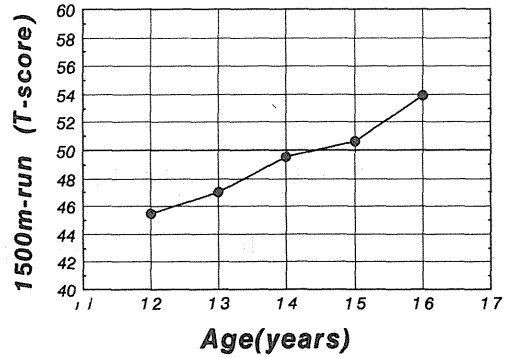


図2. 中学1年生から高校2年生までの1500m走タイムの縦断的变化

度測定し、よい方の記録を採用した。12分間走テストはクーパーの方法にしたがって測定した。12分間走テストに使用したトラックは1週300メートルである。

測定は1992年2月に行い、いずれの測定も汗がにじみ出る程度に約15分間の十分なウォームアップを行わせた後実施した。

形態項目のうち体脂肪率は、栄研式キャリパーによって、右腕上腕の肩峰と肘頭の中点、肩甲骨下角部、臍の横4cmの部位の三か所を測定し、北川の成人用の体脂肪率推定式に代入して求めた。なお、測定に先立って、本測定の意味を理解させるために、体育理論「トレーニングの方法」や保健「人体のしくみとはたらき」の項と関連させて「速筋と遅筋」について1時間の講義を行い、測定に対する動機づけを高めた。

3) 筋線維タイプ推定と指導の方法

50m走と12分間走の結果を、勝田・高松の推定式に代入し、これにより生徒各人の筋線維タイプを推定した。推定式は以下の通りである。

運動部の生徒用

$$Y = -68.6 + 76.2X$$

非運動部の生徒用

$$Y = -47.5 + 61.1X$$

ただし、

$$X = b/a$$

a : 12分間走のスピード (m/秒)

b : 50m走のスピード (m/秒)

YはFT線維の割合 (%) である。

推定の計算は、授業を通して生徒自身にも行わせ、その結果から、生徒個々に対してスポーツ適性を理解させ、さらに今後のスポーツ・運動への取り組みに対して、わけても陸上種目については個々の適性に基づく種目をエアロビックおよびアナロビック種目のなかから選択させ、その種目を重点的に取り組むような理解を深めさせた。また、他のスポーツ種目における競技力を高

めるために、トレーニングについても筋線維タイプに基づく課題を与え、年間を通じて取り組む計画を各人にレポートさせた。

これらの指導を行った後、アンケート調査によって、自分の筋線維タイプやスポーツ適性に基づく指導を受けたことに対する感想などについて調査した。

結果

1) 形態的特徴

身長・体重ともに全国平均をやや上回っていたが、当校の生徒は例年、全国平均より大きい値を示しており、ほぼ例年と同様の形態であった。推定された体脂肪率はほぼ標準的な値であった。

2) 50m走・12分間走

50m走タイムは、同年代の値 7.40 ± 0.52 秒に比べてやや速い値を示したが、統計的に有意ではなかった。12分間走テストの走行距離は、同年代の値 2560 ± 300 mに比べ有意に ($P < 0.001$) 高い値を示した (表1)。被験者となった高校2年生の1991年4月の段階での50m走と1500m走タイムを中学1年生からの変化として示したものが図1・2である。いずれも高校2年生の段階でTスコアが53~54と全国平均を上回っていた。高校2年生4月時の50m走タイムは 7.21 ± 0.47 秒 (Tスコアは53.2)、1500m走タイムは5分54秒 8 ± 37.6 秒 (Tスコアは53.9) であった。

表1. 被検者の身体的特徴と測定結果

	身長 (cm)	体重 (kg)	% Fat (%)	LBM (kg)	12分間走 (m)	50m走 (秒)	% FT (%)	% ST (%)
Mean	171.36	62.38	14.28	53.23	2743.79	7.33	63.61	36.39
S. D	5.79	8.30	4.23	5.72	223.12	0.37	9.57	9.56

3) %FT, %STと50m走・12分間走との関連

推定された筋線維タイプの組成は、%FTが63.6%、%STが36.4%と%FTの割合の方が高かった。

%FT, %STともに50m走・12分間走の記録と有意な ($p < 0.001$) 相関がみられたが、%STでは12分間走、%FTでは50m走と高い相関がみられた (図3・4・5・6)。

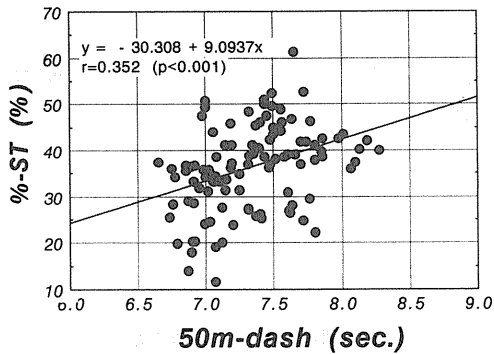


図 3. 50m走タイムと%ST との相関

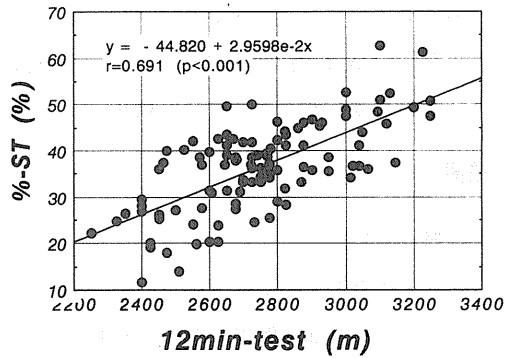


図 4. 12分間走テストと%ST との相関

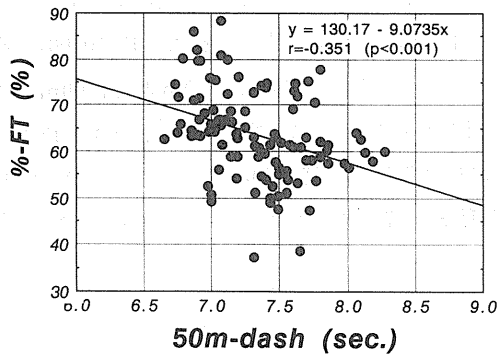


図 5. 50m走と%FT との相関

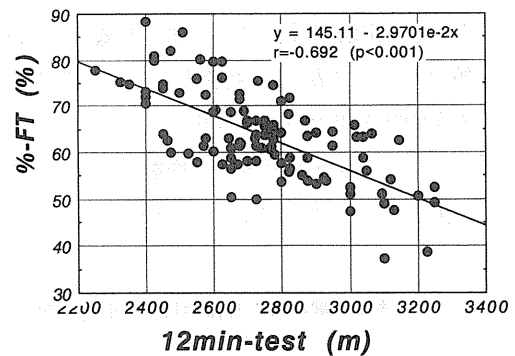


図 6. 12分間走テストと%FT との相関

4) %FT・%STと%Fat・LBMとの関連

%FT・%STと%Fat・LBMとはいずれも有意な相関がみられたが(表2), 筋組成との関連では%FatよりもLBMの方が高い相関を示した(図7・8)。

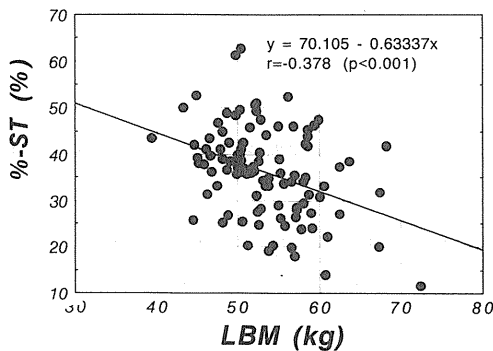


図 7. LBM (除脂肪体重) と%ST との相関

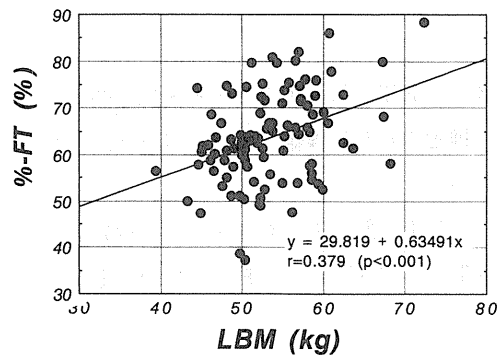


図 8. LBM (除脂肪体重) と%FT との相関

表 2. 各測定項目間の相関

相 関 項 目	相関係数
12分間走テスト-% ST	0.691 ***
-% FT	-0.692 ***
50m走タイム -% ST	0.352 ***
-% FT	0.351 ***
% FT - % Fat	0.226 **
LBM	0.379 ***
% ST - % Fat	0.224 **
LBM	0.378 ***
50m走タイム-12分間走	-0.362 ***

** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$

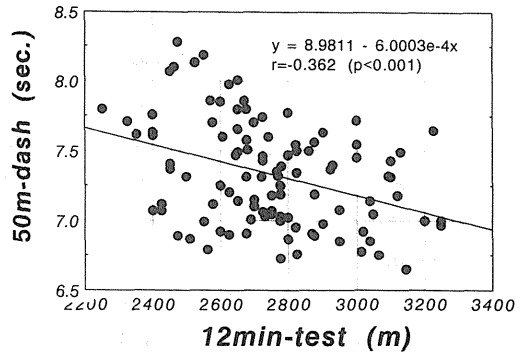


図 9. 12分間走テストと50m走タイムとの相関

5) 50m走と12分間テストとの関連

50m走タイムと12分間テストの走行距離とは、有意な負の相関 ($r = -0.362$: $p < 0.001$) が得られた (図 9)。

6) アンケート調査

1年間の保健の授業が終了したところで、年間を通じて実施した保健の授業内容それぞれについて、「大変興味深かった」から「まったくおもしろくなかった」までの5段階で感想を求め、無記名でよいとしたアンケートを行った結果をまとめたものが表 3 である。それぞれの授業時間数はいずれも2時間程度である。筋線維タイプの項では、「大変興味深かった」・「興味深かった」があわせて82.5%の生徒が回答し、他の項に比べても高率を示した。

表3. 保健の授業に対するアンケートとその結果

41期高2 保健 アンケート

1992.3.10

最後に以下の

アンケートに答えて下さい。 名前 _____ (無記名でもよい)

あなたはこの1年間に保健の授業を受けてみてどのような感想を持ちましたか。以下の項目の該当する数字を○で囲んで下さい。 (%)

	大変興味 深かった	興味 深かった	どちらとも 言えない	あまり興味 深くなかった	全くおもしろく なかった
○成人病の話	25.8	42.1	23.3	7.5	1.3
○スポーツ障害	19.4	43.2	23.9	11.0	2.6
○救急車の呼び方	36.1	36.1	22.2	5.1	0.6
○心肺蘇生法	42.7	38.8	14.6	1.3	2.5
○バンティ・ストッキング包帯法	24.1	42.4	27.2	15.2	3.2
○性交・受精 妊娠・出産	27.3	41.6	25.5	3.7	1.9
○避妊法の話とビデオ	31.7	39.8	22.4	3.7	2.5
○ウォームアップ・クールダウン の生理学	24.7	37.9	23.6	9.3	1.2
○骨と運動	19.5	35.7	34.4	9.1	1.3
○私の体は運動でこう変わる	27.3	38.5	26.1	6.8	1.2
○腰痛の話	19.6	29.4	40.5	9.2	1.2
○楽に走るために ATポイントの話	50.9	36.0	11.2	1.9	0.0
○筋線維タイプ	50.6	31.9	11.9	5.0	0.6
○クーバー博士のエアロビクス	17.9	41.7	30.1	9.0	1.3
○エアロビクスとアナロビクス	18.4	43.0	31.6	7.0	0.0
○私の脂肪と筋肉 超音波による測定	39.8	34.8	17.4	4.3	3.7
○アルコール・パッチテスト	59.6	19.9	14.7	3.8	1.9

その他に、保健の授業を受けての感想が何かあったら以下に書いて下さい。

論議

発育発達期にある生徒を対象として、筋生検によって筋線維組成を調査することは、研究的な面からアプローチしようとする場合でも、技術的にもまた人道的立場から考えてもきわめてむずかしい。まして、一般の生徒たちに指導上応用しようとすることは、實際上不可能である。

しかし、生徒たちにとっての関心事のひとつは、自分がどんなスポーツにむいているのかにあり、もし自分の筋線維タイプが判明し、その結果を上手に応用できれば、体育指導上からも大きな意味があると考えられる。特に、体育が不得意な生徒にとって、自分にはこんなスポーツや運動がっているのか、について知ることが、体育活動への取り組みに、とりわけ動機づけの面から大きな意義があると考えられる。

今回の調査結果からもわかるように、12分間走の成績のよい者は50メートル走の成績もよく、筋線維タイプにかかわらず、運動の得意な生徒は多くの種目に好成績をあげる。その理由のひとつは、成績不良者と同様に例えば%FT・%STが50%ずつとしても、絶対筋力が高ければ、つまり筋断面積当たり筋力が大きければ、それが競技成績には大きく反映するからである。

筋線維タイプの判定は、このように優れた能力をもつ生徒はもちろんのこと、比較的能力の低い生徒たちの潜在能力をも見いだすことができる。例えば、肥満傾向にある生徒の場合12分間走も50メートル走もともに成績は劣る。しかし、比較すれば概して50メートル走の方が成績はよく、筋線維タイプの判定は%FTが高く、FT線維優位となる。これは、これまでの我々が行ってきた超音波による皮下脂肪と筋肉の厚さの調査から、この両者がお互いに相関があることから支持される。つまり、肥満傾向にある生徒は、皮下脂肪が多いが筋量も多く、FT優位でパワーが大きい傾向にある。言い換えれば、肥満したその内側には立派な筋肉が隠れているとも言える。

一方、運動成績はよくないが%STの高い生徒もいる。多くのスポーツ種目はFT優位にあって、学校体育の中ではどうしても%FTの高い生徒に良い評価がつきがちである。そんな場合でも、%STが高いから大きいパワーは出せないが、「長距離的な運動が実は得意なはずだ」という事実気がつくだけで、体育活動に取り組む姿勢は格段に変化する。

多くの生徒はスポーツ好きである。しかし、体育の評価や得手不得手という点、そして個々の生徒の能力を見いだせない指導によって「体育嫌い」が学年進るとともに少しずつ増加していくのが一般的傾向である。今回のアンケート結果から、筋線維タイプ、つまり自分の体は「カール・ルイス型か？、それとも谷口浩美型か？」について生徒は大変興味を示したことが判明した。勝田らの推定式は、研究的に応用していくためには、まだ検討の余地があろうが、少なくとも指導現場では大いに利用価値があると思われる。ただし、50m走と12分間走において正しい測定が行われないと、%FTあるいは%STが100%を越えてしまうということも起きるので注意を要する。測定前には、十分に測定の意義を理解させた上で正確に行われなければならない。今回の被験者は106名であったが、実際の測定は150名であり、当日不調の者や自分で十分力を発揮できな

かったと感じた者を除いたのもそうした理由からである。

なお、今回の調査による筋組成の割合は、筋生検が不可能なので確認することはできないが、50m走がほぼ平均的な値であったのに対して、12分間走は平均を上回っており、%STの方が高く出てもよさそうであったに、予想に反して%FTの方が高かった。発育期の生徒への応用には誤差があるのかもしれない。今後の検討課題といえよう。

まとめ

筑波大学附属駒場高校2年生の男子生徒106名について、50メートル走タイム、12分間走テストを行い、勝田らの推定式にこれらの記録を代入し、速筋線維の割合(%FT)と遅筋線維の割合(%ST)を推定した。また、これらの結果をもとにした保健体育の授業を展開し、事後に授業に対するアンケート調査を行った。

- 1) 50メートル走タイム・12分間走テストの値は全国平均をやや上回った。
- 2) 推定された%FTは $63.6 \pm 9.6\%$ 、%STは $36.4 \pm 9.6\%$ であった。
- 3) %STと12分間走とは有意に高い相関($r=0.691$)がみられた。
- 4) %FT・%STともにLBMと有意な相関がみられた。
- 5) 50メートル走タイムと12分間走テストの走行距離とは有意な相関がみられた。
- 6) 授業後のアンケート結果では、「大変興味深かった」「興味深かった」と回答した生徒が82.5%と高率を示した。

本研究は文部省科学研究「スピード型か持久力型か、筋線維タイプの決定とこれを用いた指導法」課題番号03921020によった。

参考文献

- 1) 勝田茂, 高松薫ら: 50m走と12分間走の成績による外側広筋の筋線維組成の推定, 体育学研究, 34, 2, 141~150, 1989
- 2) O.Bar-Or, R.Dotan, O.Inbar, A.Rothstein, J.Karlsson, and P.Tesch: Anaerobic Capacity and Muscle Fiber Type Distribution in Man., J.Sports Medicine 1 (1980) 8 2~85
- 3) 小沢治夫: 発育発達期における自転車エルゴメーターによる最大パワーの研究, 筑波大駒場中高研究報告, 27, 97~111 1989
- 4) 生田香明ほか: 50m疾走におけるパワーの研究, 体育学研究, 17, 2: 61~67, 1972.
- 5) W.Kaczkowski et al: The relationship between muscle fiber composition and maximal anaerobic power and capacity, J.Sports Med., 22: 407~413, 1982.
- 6) 小沢治夫 ほか: 発育発達期における自転車エルゴメーターによる最大無酸素パワーの研究, 筑波大学附属駒場中・高等学校研究報告25: 209~221, 1986.

- 7) 小沢治夫 ほか：発育発達期における自転車エルゴメータによる最大無酸素パワーの研究
(第2報), 筑波大学附属駒場中・高等学校研究報告27:97-112, 1988.
- 8) Kenneth H.Cooper : Aerobics, BANTAM BOOKS, 1969
- 9) 東京都立大学身体適性学研究室：日本人の体力標準値－第三版－, 不味堂, 1985
- 10) 小沢治夫：都内高等学校における保健科教育の実態調査, 学校保健研究, 33-12:581-587,
1991
- 11) 文部省体育局：平成3年度体力・運動能力調査報告書, 47-51, 1990
- 12) 安部孝ほか：超音波断層法による皮下脂肪厚と組織断面積との関係, 体育科学, 19:1~6,
1991
- 13) 福永哲夫：人の絶対筋力, 杏林書院, 1978