

大学一般体育の考 研 (その4)

— R. M. R. よりみた授業内容の検討 (1) —

笹	本	正	治
東		正	子
木	戸	喜	一
幸	山	彰	一
盛		大	衛

1

体育の目標は、運動文化の伝承と体力の増強にあると考えられる。当然、大学一般体育の目標も、ここにおくべきものと思う。

掲げた目標に対する日常の積み重ねは、常に評価し努力を更に重ねる必要のあることは、論を俟たぬところである。

われわれも、常に評価を種々の方法によって行なってきたが、今回は R. M. R.⁽¹⁾ より各種授業内容を評価し、特に施設と指導方法全般にわたって検討してみたいと思う。

さて、R. M. R. は、各種の労作の強度を示す指数として広く用いられているものである。この指数については、多少の問題はあるが、被験者の置かれた環境の如何に左右されることなく、また個人差も殆んどなく恒常値を示すものとされている。

現在、われわれが行なっている体育の場は、マス・プロダクションと呼ばれるような状態である。本学にその一例をとれば、テニスは学内にその施設をもたず、県営のテニスコートを借りている状況である。その狭隘は止むをえないとしても、3面のコートに50名近くを収容するという状態である。こうした状況は、学生にどの程度の運動量を与えているかを数的に把握する必要を感じている。

われわれは、体力の増強を考えるに、運動量を第1の問題にする。運動量とは、授業における内容の密度の高さと時間の長さの積と、一応の規定をしたい。授業の密度の高さは、質と考えてもよいであろう。これは、指導法、施設・用具、クラス組成などを含むものとする。

限られた施設と多くの人数は、ややもすれば質の低下を招きがちなるものであるが、これをカバーするものは指導の技術であろう。

こうした問題を R. M. R. よりながめ、次年度への発展への足掛りとしたい。

前述した R. M. R. は、1936年古沢⁽²⁾らによって作業強度を表わすために算出されたものである。労作自体に固有な労作指数、すなわち、同一作業であるならば、環境(寒暑、季節、食物の質量など)に関係なく同一であるとの仮定のもとに、一連の動作につい

(1) R. M. R. (relative metabolic rate, エネルギー需要量/基礎代謝量)
M. R. R. または、E. M. R. と呼ぶ人もある。

(2) 古沢一夫：労働科学研究(1936)，古沢一夫：兵庫医大紀要(1949)

で、これを構成する基本動作の R. M. R. の測定値と、これら基本動作の所要時間の測定成績 (Time Study) とより、労作全体に必要な消費エネルギー量 (エネルギー需要量) の算定に成功した。その後、多くの実験がなされ、これに反対の立場をとる人もある。石川⁽³⁾、竹尾⁽⁴⁾の諸氏がそれであるが、白井⁽⁵⁾、国島⁽⁶⁾らは、その恒常性を実験によって確認している。

その後、諸種の労作についてのエネルギー代謝量が測定され、複雑な労務のエネルギー管理や、栄養所要量が算定されるまでに活用されてきた。

こうした R. M. R. が、スポーツ科学の面に採り入れられてはきたが、労務と異り自己の体重を挙上し、相当度のスピードで移動させるという労務面からみれば、特殊な激しい変化を伴うスポーツ運動にも、R. M. R. の仮定が適用されうかが問題となってきた。

同一の作業であっても、それを行なう動作や条件が異なれば R. M. R. は異なってくる。熟練者にあっては、人体の構造や特性にもとずいて、動作は自然に一定の類型に集中する傾向があるので、R. M. R. は一定値を示すことになる。

一方、これは同一作業でも熟練度が異なれば、R. M. R. は異なってくることを意味するものである。

体力に差がある場合も異なってくる。

差の現われる主因を、沼尻は次のように説明している⁽⁷⁾。

「習熟により筋の神経支配が巧妙に行なわれ、筋活動に無駄が少なくなること、体力のある者が少数の筋群を動員して達成しうるに對し、体力のない者は、多くの筋群を動員しなければならず、また、疲労の早期発現により補償的動作が現われることも少なくない。」

沼尻は⁽⁸⁾、体格のよい学生より、体格の点で劣ると考えられる熟練者の方が、はるかに少ない R. M. R. で同一作業を行ないうることを確認している。

また、井上は⁽⁹⁾、自転車エルゴメーターによる実験で、R. M. R. 8 前後の運動では、体力のある者は体力低位者に比し、20%前後の低い値を示すことを認めている。ここでいう体力は体格を意味するものではない。

これらの研究は、熟練度や体力が R. M. R. に大きな関連を持つことを認めるものである。

スポーツ運動の面で、R. M. R. が用いようかどうかという問題に對し、山岡は諸種の実験から、次のような結語をしている⁽¹⁰⁾。

「スポーツ運動時のエネルギー需要量は、常に R. M. R. にして個人差が少ないとの法則は成り立たない。運動形式により、個人差のない場合、身長当り、体重当り、胸囲の自乗当りの需要熱量にすると各人同一の値を示す場合がある。」

この結果から、スポーツ運動時のエネルギー需要量を、個人差のないような指数で算出しようとするならば、運動形式により算出方法を変えねばならず、また、複雑な連続運動

(3) 石川元雄他：鉄鋼労働衛生 (昭28)

(4) 竹尾 義長：山口医学研究所年報 (昭28)

(5) 白井 他：体力科学 (1951)，白井他：労働科学 (1951)

(6) 国島貴八郎：体力科学 (1951)

(7) 沼尻 幸吉：労働の強さと適正作業量，労働科学研究所 (昭34)

(8) 沼尻 幸吉：日本通運秋葉原支店作業員に関する労働科学的調査 (昭29)

(9) 井上 章：日本生理学雑誌 (昭21)

(10) 山岡 誠一：エネルギー代謝に関する基礎的研究第1報～第4報日本生理学雑誌 (昭27, 28)

は算出不可能となることが考えられてくる。

しかしながら、われわれは、上述山岡の体育運動のエネルギーに関する基礎的研究、第3報の結語中の「普通の場合には、R. M. R. を用いることが可能である。」を手掛りとして、本研究を推めてゆきたいと思う。

2

本研究は、昭和42年度入学生を対象とし、被験者は、サッカー・テニスの受講者中より、当該種目の運動クラブに所属していない学生で、比較的意欲をもって授業に望んでいる者を選んだ。

呼吸採取は、ダグラス・バックに3分間に1分の割合で、全時限にわたって行なった。

回復期の呼吸は、授業終了直後から3分間宛3回、計9分間採取した。

呼吸採取の全期間にわたって、被験者の動作を記録し、後刻の検討の際の参考とした。（表1参照）

分析方法は、ショランダー微量ガス分析装置により分析し、0.05%以内の分析値2個以上を平均し、それぞれの値とした。

分析を含めた測定誤差については、白井⁽¹⁾らは、分析において±5%の誤差はまぬがれないとしている。R. M. R. の小数第1位は信用できないとし、すなわち、R. M. R. 7 というのは、7.4~6.5 のことであり、結局R. M. R. の実験誤差は±10%位であるとしている。

われわれも、この態度で数値を眺め検討することにした。

R. M. R. 測定については、実測を正確さの点で理想とするが、全運動時にわたって口と鼻を覆うマスクの着用と、長い蛇管でつないだダグラス・バックを背負って運動を行なうことには、大きな負荷が考えられる。また、極めて激しい運動、特に格技系では全く不可能となってくる。

このため、タイム・スターディ (Time Study) なる方式がとられるが、これはあくまで推算であり、タイム・テーブル作成に緻密さと正確さを要し、多くの経験を経た熟達者でなければならないという点

時間の経過	呼吸採取要領	サッカーBの場合	テニスEの場合
(分)	S	準備運動	準備運動
1		説明	
-10	S	試合(第1)	乱打
2			待機
-20	S	待機	試合(第1)
3			
-30	S	試合(第2)	待機
4			
-40	S	待機	試合(第2)
5			
-50	S		
6			
-60	S	試合(第3)	待機
7			
-70	S		
8			
-80	S	待機	試合(第3)
9			
-90	S	整理運動	整理運動
10			
S		回復期	回復期
11			
12			
S			
13			

表 1 行動記録と呼吸採取要領の対照表

(1) 白井信尚他：Step test のエネルギー代謝率に関する研究 日大医誌（昭35）

が考えられる。

また、エネルギー需要量算出には、その対象により算定方法を異にしなければならないと思われる。前述したように、技能・体力により大きく R. M. R. が変動するからである。われわれが対象とする一般学生について、基礎資料となる各種運動の構成基本運動のエネルギー需要量を求めておかねばならない。R. M. R. に関する諸種の文献は、大学運動部員や全国高等学校選手権大会出場者等を対象として測定されている。これらの数値は、直ちにわれわれの R. M. R. 算出の基礎資料としては使えない。

こうした問題は、今後多くの測定を重ねることによって、タイム・スターディによる算出の基礎資料を与えてくれるものと思われる。

諸種の点から考えて、今回は、測定可能のもののみを実測するという建前をとった。

なお、実測値とタイム・スターディ値については、山岡は⁽¹²⁾、サッカーにおいては±5%、野球においては±6%の異なりをもつにしかすぎないとしている。いづれにしても、周到の準備のもとに行なえば、大きな差はないものと思われる。

基礎代謝については、高比良式算出法によって作られた「日本人体表面積算出表⁽¹³⁾」によって、身長・体重から体表面積を得、これから 36.7Cal/m²/hr として計算した。

安静時代謝量は、基礎代謝量の1.2倍をもってこれに当てた。被験者が一般学生であり、正課時の測定であるため、安静時代謝量測定は、休憩時、昼食等にしか協力を求めることができなかった。これらの時間は、変動が甚だしく止むをえず文献⁽¹⁴⁾から1.2倍の値を得た。

安静時代謝量については、今後共に研究しなければならないところである。

3

測定の結果は、表3にまとめてみた。例数も少なく、これについての一切の論断はありえないが、われわれの今後への手掛りとなりうるものがらについて、多少の検討を加えてみたい。検討の資料として表2を参考までに掲げた。

各種目間の比較検討は、データ不足と被験者の技能の程度の差と体力の相違などによって当を得ないものと思われるが、従来のわれわれの一連の研究と深い関連があると思われるので、多少ふれてみたい。

われわれは、学生に種目を選択させる際、A、Bの2分野⁽¹⁵⁾にわたって行なうよう指導し規定してきた。

体力の増強を主としたものと、将来への準備のためのレクリエーション的なものを共に経験させようとするものである。

サッカーは前者に属し、テニスは後者に属するものである。

この点、予想通り、サッカーは7.1, 4.1, テニスは2.8, 1.8, 全面を使用し、1コート6名で行なって3.8という数値を得ている。この数値の開きは、それぞれの種目に固有のものではない。指導法、被験者の技能、体力その他の要因が、からみあって出たものである。しかし、一応、R. M. R. の見地から、われわれの予想が裏付けられたと考えられる。

(12) 山岡誠一：前掲論文(13)沼尻幸吉：労働の強さと適正作業量 労働科学研究所

(14) 沼尻幸吉：上掲書

(15) 金沢大学教養部論集1, 3, 4.

表 2

	被検者	測定日時	天 候	学 習 の 状 況
サ ツ カ ー	A	5 月 18 日 8.50~10.30	晴 20.0°C	1クラス48名の6チーム編成。グラウンド(78×50m)2面。試合時はハーフ的動き。学習意欲きわめて大。
	B	9 月 23 日 8.50~10.30	晴 22.0°C	1クラス66名の6チーム編成。グラウンド(78×50m)2面。試合時はバック的動き。学習意欲大。
	C	9 月 21 日 8.50~10.30	雨 21.5°C	1クラス66名の6チーム編成。雨のため屋内(35×28m)に入り、臨時に12チームに編成、同時に2試合を行なう。学習意欲大。
テ ニ ス	D	9 月 22 日 10.40~12.20	晴たり曇ったり ときどき小雨 風強し。23.5°C	1クラス48名でコート3面。天候が定まらなかったため、学習活動に若干の支障。試合は後衛。学習意欲大。技能はクラスの上。
	E	9 月 20 日 10.40~12.20	晴 21.0°C	1クラス48名でコート3面。試合時は前衛。学習意欲大。技能はクラスの中。
	F	5 月 25 日 8.50~10.30	晴 27.0°C	1クラス36名でコート6面。基本練習のみ。学習意欲大。テニスの未経験者。
ト レ ー ニ ン グ	G	7 月 3 日 8.50~10.30	晴 25.0°C	1クラス45名。トレーニング場(14×9m)。主として自主的なトレーニング・プログラムによる。
	H	6 月 29 日 8.50~10.30	雨 24.0°C	1クラス23名。トレーニング場。指示にもとづいた強めのトレーニング・プログラムによる。途中嘔吐

表 3

	被験者	身 長 cm 体 重 Kg	体表面積 m ²	基礎代謝量 O ₂ l/分	安静時代謝量 O ₂ l/分	全O ₂ 消費量 l	R. M. R
サ ツ カ ー	A	170.0 62.0	1,730	0.214	0.257	122.91	7.4
	B	160.0 54.0	1,565	0.194	0.233	86.02	4.1
	C	172.0 57.0	1,687	0.209	0.251	76.66	2.6
テ ニ ス	D	168.8 64.0	1,750	0.217	0.257	56.81	2.8
	E	158.0 50.0	1,498	0.186	0.223	51.39	1.8
	F	165.0 61.0	1,685	0.209	0.251	89.50	3.8
ト レ ー ニ ン グ	G	164.0 52.0	1,560	0.193	0.231	43.84	1.3
	H	173.0 61.0	1,732	0.214	0.256	75.45	3.6

今後共に、A・B両分野の各種目について多くの資料を集め、その上で更に詳細の検討を加えてゆきたいと思う。

なお、施設については、各種目毎に後述するが、テニスに比しサッカーは恵まれていたことを記しておこう。

サッカーについては、78×50mの2面のグラウンドを使用している。ここに48~72名の学生を収容し、6チームに分け、各チームを8~12名の編成として指導している。

この人数の影響は、被験者AとBの数字に現れているとみることができる。勿論、この数値や、数値の開きは、他の多くの要因によっているものと考えねばならないが、Aは8名編成のチームにあり、Bは11名編成のチームに所属していることに大きな因があると考えられる。その他にAは体力的にBに優り、またゲーム中の動きもハーフ的動きをし、攻守にわたって意欲的に動いていた。Bは体力的なものに相まってバック的動きに終始していたことも見逃せないことである。

山岡は⁽¹⁶⁾、サッカーF・W7~8, B7~9, G・K1~2, チーム平均6.4という数字を示している。また鎌田⁽¹⁷⁾らは、中央大選手の90分試合で、C・F10.5, R・W10.1, L・H12.7, R・B6.4, G・K1.2という値をあげている。

こうした数値からみて、被験者Aの値は十分といえよう。

なお、特殊な例として、Cをあげておこう。雨天のため体育館(35×28m)で行なった授業の場合である。グラウンドのそれとは比較はできないが、雨天の多い北陸としては見逃せない数値であるといえよう。

運動量を増大させるには、多少の悪天を押しても屋外で行なうべきであることを示唆している。Cの被験者は、体育館内で5~6名のチームによるゲームに意欲的に参加しており、見掛け上は相当の運動量をしていたようであったが、R・M・R.においてはAの約 $\frac{1}{3}$ にしか過ぎなかった。

今後更に例数を重ね、人数の適数、グラウンドの広さ、また体力の差による影響、ポジションによる変化などについて研究をすすめたいと思う。また、屋内の指導方法についても考究すべきである。

テニスについての施設は既に述べたところであるが、Eは1コート16名宛で、やむをえず交代しながら練習しているクラスである。試合中心の授業で、しかも前衛を主としていたせいであろうが、R・M・R. 1.8という値を示している。同じような1コート16名のクラスであるが、DはR・M・R. 2.8を示しているのは、後衛というポジションのためであろう。初心者クラスのテニスでは、前衛は往々にしてボールの行く方の見学者になるということを考え、少くとも前後衛の交代は行なわせねばならないであろう。

岡山大浅野⁽¹⁸⁾は、テニス(男子)で、前衛3.1~5.8, 後衛で5.5~8.5という数値を掲げている。

前述サッカーのR・M・R.のチーム平均6.4~8位は、もし全員が位置の交代を行なえば等しく示しうる数値であるといえよう。

こうした点から考えれば、テニスも被験者の技術、体力、施設、用具、指導の方法などの如何によっては、サッカーに近いか等しいR・M・R.を示しうると思われる。

(16) 山岡誠一：蹴球試合のエネルギー代謝，体育学研究（昭26）

(17) 鎌田喜雄・鈴木義明：エネルギー代謝の側からみた運動の質量の限界について，体力科学（昭31）

(18) 浅野辰三：軟式庭球におけるエネルギー代謝に関する研究1~3，体育学研究

われわれのテニスの授業にあっても、今少し高い数値を、運動量を与えよう施設その他に考慮を及ぼさねばならないことを感じている。

今後は、48名のクラスでコート4面使用の場合、6面使用の場合などの測定を行ない、また指導法による数値の変化などの実験も行なってみたい。

Fは本学にあっては極めて恵まれたクラスの場合の例であり、36名で6コートを使用している。被験者は、体力もあり意欲的に練習している。測定の時期は初期で基本練習に終了した時限である。

4

本年は、1.において述べた目的に向っての研究の緒についたばかりであり、資料数も少なく結論の述べようもない。

しかし、今後への大きな手掛りをえたことに満足している。

今後、技術、体力等被験者の条件をできるだけ一定にして、諸条件下の施設、指導の問題についてR. M. R. から考察を加えてゆきたい。

その上で、学生の体力の問題も併せて考究したいと考えていることを記して、この報を終えたい。