

体育科の運動強度 ($\dot{V}O_2\max$ ・HR・RPE) からみた教材分析について

菅野 俊郎*
(1986年1月19日受理)

Toshiro Kanno

An Analysis of Instructional Materials in Physical Education Classes based on Work Intensity

子ども達の身体活動の機会の減少に対し、身体活動を組織できる唯一の場である学校体育の果たす役割は大きいと考えられる。そこで、子ども達の全身持久力を高めるために、心拍数を連続測定し、各種運動ごとに体育の授業がどれだけの運動刺激としての質的および量的条件を備えているか、授業を通して分析する。過去、7年間にわたり科学的データを集積した。その結果、特に、体力づくり運動・持久走・バスケットボールにおいて全身持久性を高める有効な刺激が得られた。今後は児童生徒の運動量の確保に寄与できる授業内容・指導法の工夫等について、十分に検討を深めたい。

I はじめに

最近、子ども達の生活時間帯の中で体力向上のためにどの程度の時間を使い、活動量を得ているかについて、改善のようすがうかがえないようである。加賀谷¹¹⁾・鈴木¹⁶⁾・斉藤¹⁴⁾らは、このような子ども達の身体活動の機会の減少に対し、学校における体育の授業は単に身体運動の場であるだけでなく、児童生徒の身体運動実施の時間として、適切な質量の運動が授業の中に確保されていなければならないと報告している。また加賀谷⁹⁾・長沢²⁰⁾の報告によっても、週3回の体育の授業

は貴重な存在で、それ以外に脈拍が120拍/分を越える活動は少ないと述べている。このような状態の中で、学校体育の果たす役割は大きいと考えられる。体育の時間にて子ども達の体力の向上をはかっていくとするならば、やはり「運動量の確保」が意図されなければならないと考える。また、宮村ら²³⁾は体力には種々の要素が含まれているが、人間が運動を行なう時には、持久性がその運動の遂行能力を決定すると述べている。

しかしながら、学校体育のもついろいろなねらいを達成し、全身持久性を高め、運動量の確保につとめるかは、我々指導者の指導内容をきめる上

*岩手大学教育学部附属養護学校

で重要なポイントになると考えられる。また高田¹⁸⁾も、授業でどの程度の運動量を与えるかにより、子ども達は学習意欲を高めたり、苦痛で授業から遠ざかったり、欲求不満を起こしたりする。だから、授業における適正な運動量がどの程度、確保されていればよいかという問題は、体育の実践する上で避けて通ることは出来ないと報告している。

以上で述べられた全身持久性を調べるためには有酸素的作業能の指標とされる最大酸素摂取量($\dot{V}O_2 \max$)の測定をするのが妥当と考えられる。この最大酸素摂取量は個人が最大に努力している運動中、肺で摂取し、活動している骨格筋に送られる酸素の量を示している。さらに、この最大酸素摂取量と心拍数(HR)との間には直線関係が成立する²¹⁾ことから、運動中の心拍数を測定することにより、運動強度・運動量を数量化してとらえることが出来るようになった。

そこで、本研究では9歳~18歳までの児童生徒に自転車エルゴメーターを用いて最大負荷を与え、その時の最大酸素摂取量と心拍数の測定を行なう。その結果を利用し、体育授業時の運動強度を推定するための基礎的研究をした。また、全身持久性改善のための運動量の確保という立場から、心拍数を連続測定することにより、各種運動ごとの体育授業がどれだけの運動強度としての条件をそなえているかを推定し、理想とする指導過程を模式化する。

II 方法

測定は昭和53年9月~昭和60年6月までの7年間で収録したデータを用いる。その間に、エルゴメトリーにより最大酸素摂取量のデータを得たのは14事例、体育授業中の心拍データを得たのは18授業・18事例であった。

被験者は小学1年4名・3年1名・4年1名・5年1名・6年2名、中学2年2名・3年2名、

高校1年3名・2年2名・3年4名の計20名であった。

測定条件は春・秋の気温16~24度下で行った。

測定方法については、エルゴメトリーではモナーク社製自転車エルゴメーターを使用し、漸増負荷法により疲労困憊まで追い込み、最大酸素摂取量・心拍数を得る。また、体育授業中の心拍数の測定では、①日本光電社製ハートテレメータ(図1)2機(無線搬送)、②フクダのテープ心電計SM-12(写真1)の1機と③ヴェイン社の心拍メモリー-MAC(写真2)(図2・3)の3機を使用する。

各機種にはそれぞれ特長があり、①テレメーターは小型で軽量でダイナミックな運動でも測定可能

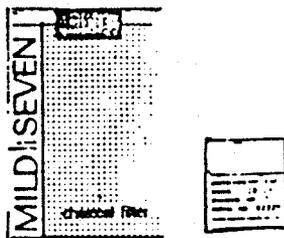


図1 日本光電社製テレメーター



写真1 フクダのテープ心電計

であるが、測定の処理に数時間以上かかる。②テープ心電計は心拍数とマイクが同時に使用できるため、教師と生徒の声の再生が可能であるが、測定の処理に数時間以上かかる。また③MACは心

拍数のデータ処理においてマイコンを使用するため10分程度で、心拍データ・グラフ・統計処理が即時に出来るため、授業後の指導者にすぐ活用できる。

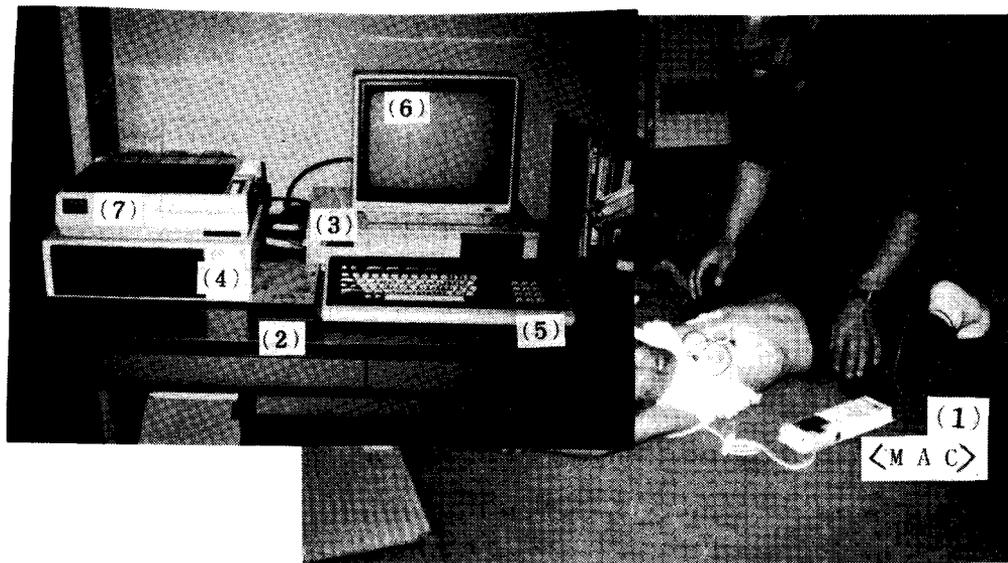


写真2 MACとマイコンシステム

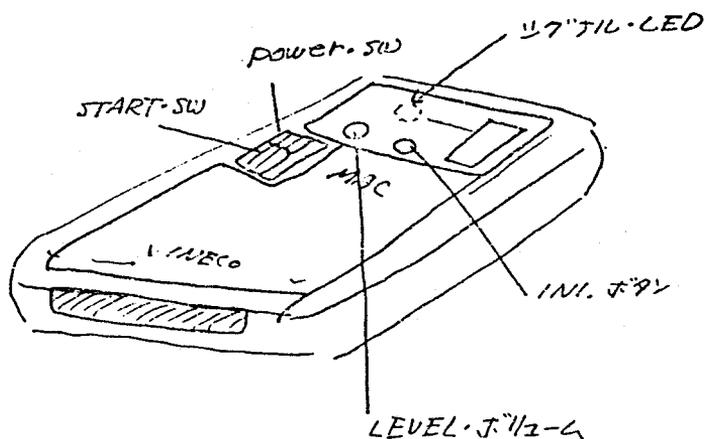


図2 ヴァイン社の心拍メモリーMAC

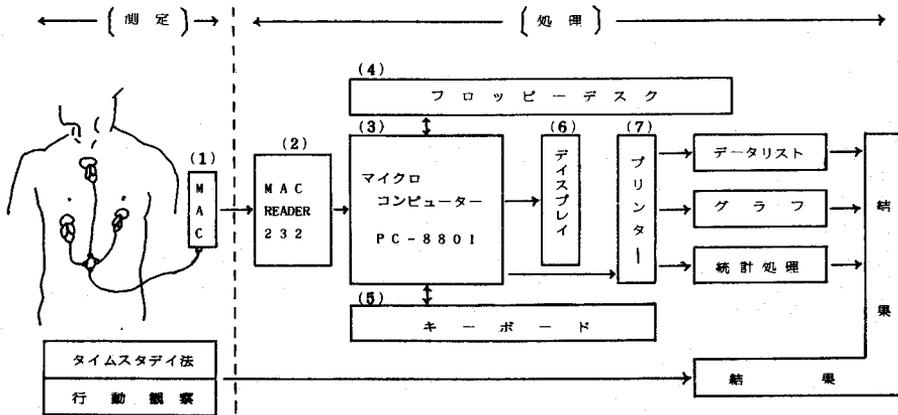


図3 MACのデータ処理システム

III 結果と考察

1. エルゴメトリーと心拍数・最大酸素摂取量

図4はエルゴメトリーにおける運動強度(360・720・1,080 kgm/minの運動の各4分間, その後1分毎に増加)と心拍数の変化を校種別に示したものである。持久性能力の低い小高男は軽い運動強度でも心拍数が高く, また日頃トレーニングし

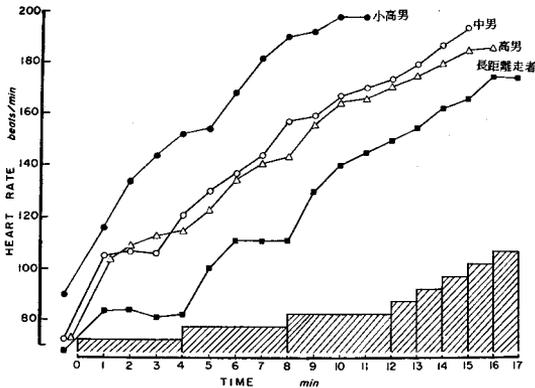


図4 心拍数の変動

ている長距離走者は軽い運動強度に対して心拍数が定常状態を示した。

図5は心拍数(HR)と相対最大酸素摂取量(%

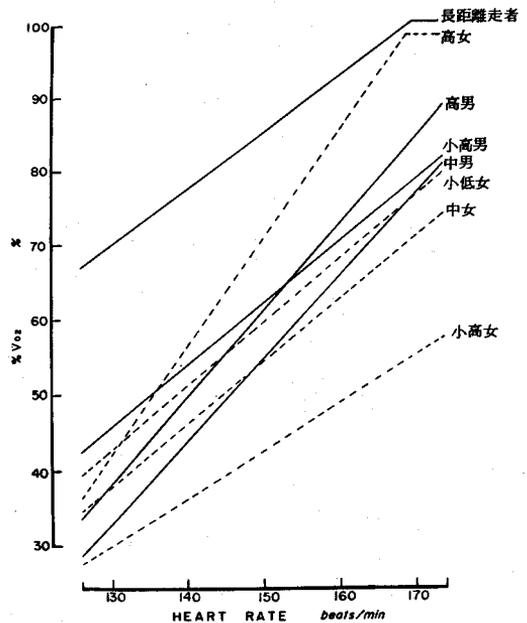


図5 心拍数と相対最大酸素摂取量

$\dot{V}O_2 \max$) を示したものである。全身持久性のエネルギーは酸素摂取量によって規定されることから、その個人の最大値でもある最大酸素摂取量を基準として、持久的運動に必要な酸素摂取水準が最大酸素摂取量の何パーセントに当たるかということで強度を規定するのがもっとも理論的である²¹⁾と報告している。そして、この心拍数と酸素摂取量の直線関係から体育授業中の相対的運動強度を推定しようとするものである。たとえば、70% $\dot{V}O_2 \max$ 強度に対する心拍数は長距離走者ならば132拍/分、高校男子なら157拍/分となり、逆に心拍数150拍/分に相当する% $\dot{V}O_2 \max$ は高校男子なら62% $\dot{V}O_2 \max$ であるが、長距離走者なら85% $\dot{V}O_2 \max$ となる。また、図5の小学高学年女子については被験者2名中1名の心拍数が高値を示したためにこのような直線が得られたのではないかと考えられ、今後も再考察の必要がある。

2. 体育授業の運動強度

全身持久力に対するトレーニング効果を考えると、体育科学センターでは一般成人において有酸素的作業能力の向上をひきおこすためには最大酸素摂取量の60~70%以上の強度で5~10分間以上続く運動が必要であると報告している。しかし、このような考えにたって、10歳前後の子どもをトレーニングした結果、その改善がみられないことを報告^{3), 12), 24)}している。青木¹⁾は若年者の全身持久力に対するtrainabilityは低いので、トレーニング刺激として運動の質的なものより量的な方が問題となる可能性も存在することを報告している。このような報告を参考に、本研究では、体育科学センター方式¹⁹⁾の最大酸素摂取

量の60%と運動の量的面を重視し、10分間を採用してみた。

図6は被験者Y・K(男子)のサーキットを用いた体力づくり運動の心拍数を示したものです。導入期の整理・説明では心拍数が80~90拍/分、準備運動・ランニングで158拍/分あった。展開期の説明では95拍/分であったが、第1セットでは170~180拍/分が4分間も続いた。第1休息時には105拍/分まで回復し、第2セットは160~170拍/分が5分間も続き、第2休息時に110拍/分に回復した。第3セットでは170~190拍/分が5分間も続き、最高心拍数189拍/分が得られた。また整理期の整理運動・説明は1分30秒間であったが急激な回復曲線が得られた。

体育授業時の心拍数から運動強度としての相対最大酸素摂取量を推定してみると、授業全体の平均心拍数は143拍/分、種目の特性としての展開期では153拍/分であり、授業全体の運動強度は57% $\dot{V}O_2 \max$ 、展開期65% $\dot{V}O_2 \max$ と推定された。以上を体育科学センター方式から考察してみると授業全体の運動強度では60% $\dot{V}O_2 \max$ にみたなかったが、60% $\dot{V}O_2 \max$ を越える強度は18分間もあり、運動の量的面から見ると、10分間を越えているので十分な運動量があったと考え

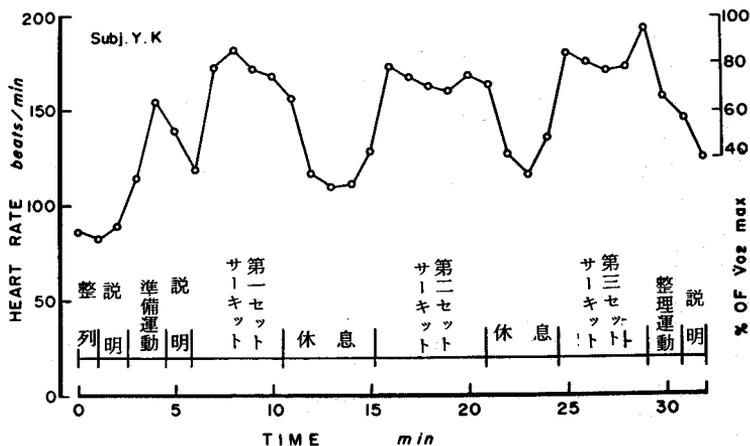


図6 体操(小学6年男の体力づくり運動)

られる。また、授業の展開期では60%を越え、しかもその時間が10分を越えているため、運動強度でも運動量でも十分に効果があったのではないかと考える。

1) 体操 (高校1年男の体力づくり運動 (図7))

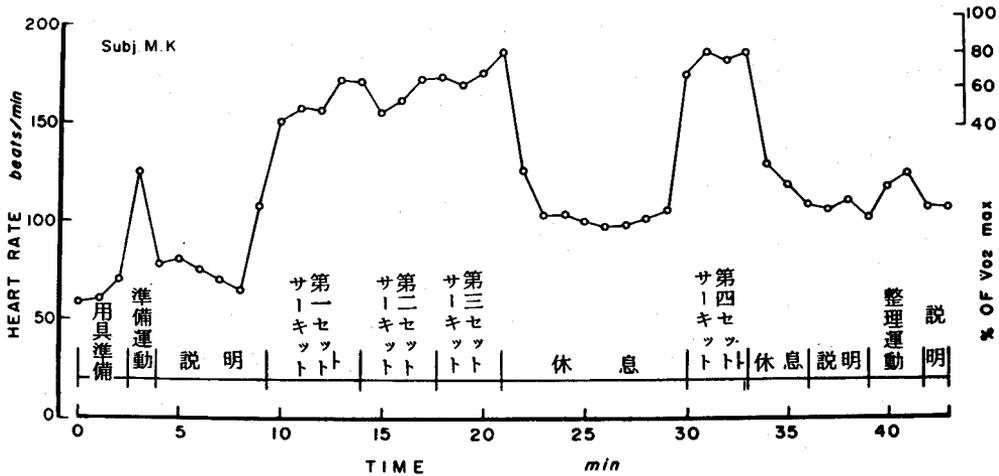


図7 体操 (高校1年男の体力づくり運動)

- ① 体育授業中の平均心拍数……124 拍 / 分
- ② 体育授業中の運動強度………30%以下
- ③ 体育授業中の60%以上の運動量…11分間
- ④ 展開期中の平均心拍数………139 拍 / 分
- ⑤ 展開期中の運動強度………49%
- ⑥ 展開期中の60%以上の運動量……11分間

3) 基本の運動 (小学3年女●●●のなわとび運動・ボール運動) (図8)

- ① 体育授業中の平均心拍数……144 拍 / 分
- ② 体育授業中の運動強度………56%
- ③ 体育授業中の60%以上の運動量…16分間
- ④ 展開期中の平均心拍数………142 拍 / 分

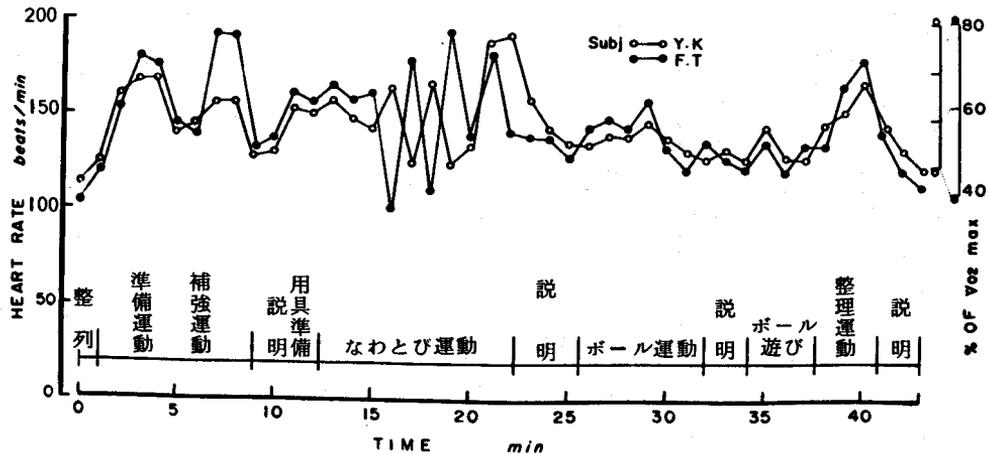


図8 基本の運動 (小学3年女・6年男のなわとび運動・ボール運動)

- ⑤ 展開期中の運動強度……………54%
- ⑥ 展開期中の60%以上の運動量……………7分間

- ⑥ 展開期中の60%以上の運動量……………8分間

4) 陸上競技 (中学2年男●—●の持久走)(図9)

- ① 体育授業中の平均心拍数……………127拍/分
- ② 体育授業中の運動強度……………30%以下
- ③ 体育授業中の60%以下の運動量……………9分間
- ④ 展開期中の平均心拍数……………136拍/分
- ⑤ 展開期中の運動強度……………38%

5) 器械運動 (高校1年男○—○のマット運動・とび箱運動)(図10)

- ① 体育授業中の平均心拍数……………102拍/分
- ② 体育授業中の運動強度……………30%以下
- ③ 体育授業中の60%以上の運動量……………0分間
- ④ 展開期中の平均心拍数……………106拍/分
- ⑤ 展開期中の運動強度……………30%以下
- ⑥ 展開期中の60%以上の運動量……………0分間

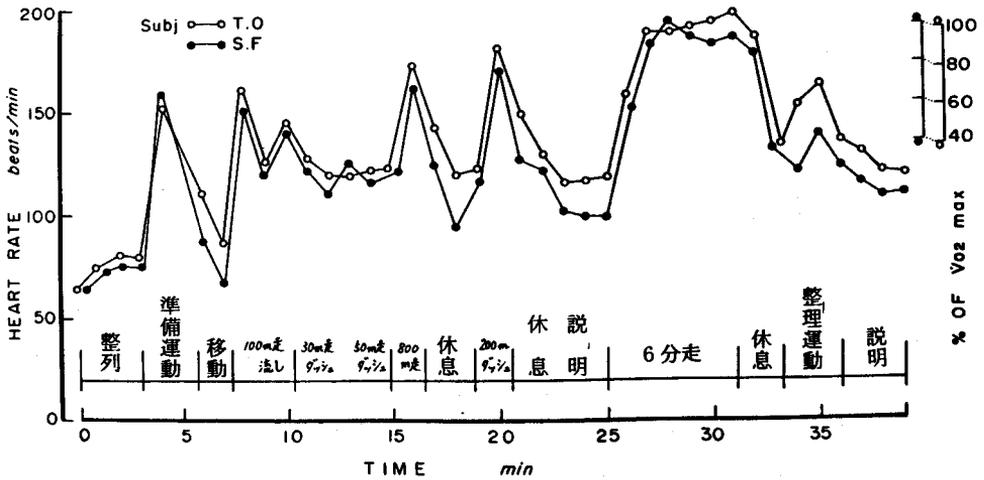


図9 陸上競技 (中学2年男の持久走)

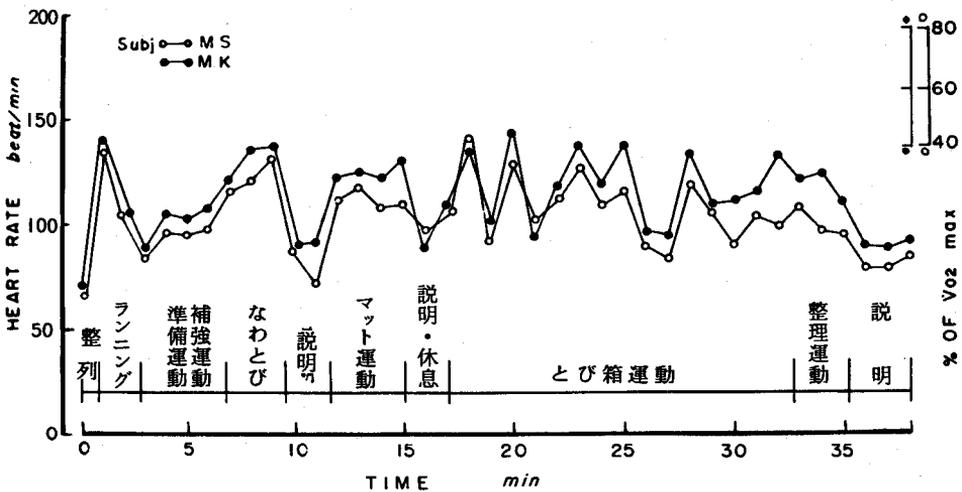


図10 器械運動 (高校1年男のマット運動・とび箱運動)

6) 球技 (高校1年男○—○の卓球・バドミントン) (図11)

- ① 体育授業中の平均心拍数……89拍/分
- ② 体育授業中の運動強度……30%以下

- ③ 体育授業中の60%以上の運動量……0分間
- ④ 展開期中の平均心拍数……90拍/分
- ⑤ 展開期中の運動強度……30%以下
- ⑥ 展開期中の60%以上の運動量……0分間

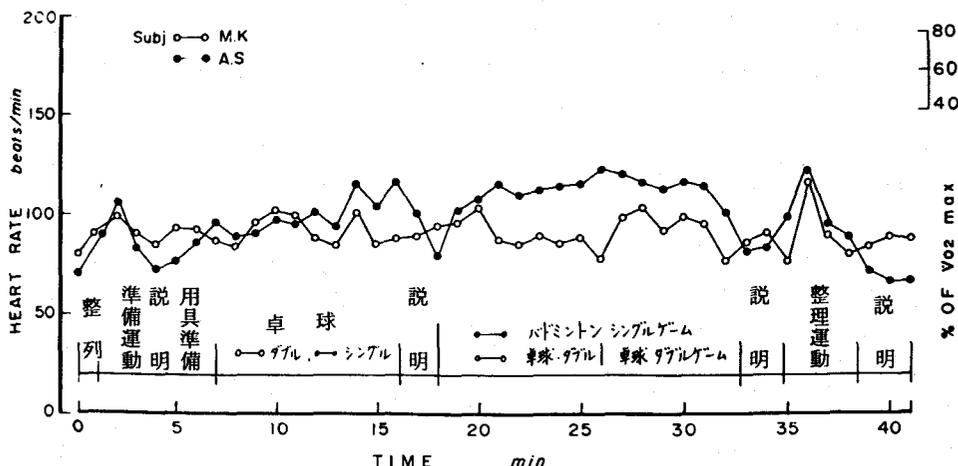


図11 球技 (高校1年男の卓球・バドミントン)

3. 各種運動教材からみた運動強度

表1はこれまでの各種運動教材から体育授業時の運動強度を示したものです。各種の体育授業において、運動強度としての60% $\dot{V}O_2$ maxを越えているのが授業全体では小学3年女の持久走の62% $\dot{V}O_2$ maxであり、また教材の特性としての展開期では小学3年女の持久走の65% $\dot{V}O_2$ maxと小学6年男の体力づくり運動の63% $\dot{V}O_2$ maxが観察されたにすぎなかった。運動量の面では60% $\dot{V}O_2$ maxで10分間以上を越えたのは授業全体において小学のなわとび運動、小学・中学・高校の体力づくり運動、小学・中学の持久走、高校のバスケットボールにおいて観察され、また教材の特性としての展開期においても同様な運動量が確保されていた。

教材においては、運動強度が30% $\dot{V}O_2$ max以下とか、運動量の60% $\dot{V}O_2$ maxを越える時間が0~5分間という教材がマットとび箱運動・走り幅とび・フットベースボール・ソフトボール・バ

ドミントン・フォークダンスにおいて観察された。これらについては授業のねらい・内容が種目の習得を含む運動技能の学習を中心に進めたため有効な運動強度が得られなかったと考える。

芝山¹⁵⁾は運動技能の学習に際し、一律的な指導では必ずしも、十分な生理機能の動員がはかりにくい。これに対し、体力づくり教材の学習は身体活動の密度も高く、心拍数・呼吸数とも徐々に高まって心拍数では140~160拍/分、呼吸数で40~50拍/分に達し、60% $\dot{V}O_2$ max前後のかなり高い水準に達している。このことは体力づくり教材の学習が、比較的一斉指導のかたちが多く、そのため生徒個々の運動量もおのずから増加し、呼吸循環機能の活動水準を十分に高める効果を発揮すると報告している。本研究の体力づくり教材においても同様な結果が得られた。

4. 各種の体育授業からみた酸素摂取レベル

図12は各種の体育授業からみた酸素摂取レベルの出現率を示したものである。特に、酸素摂取40

表1 各種運動教材からみた体育授業時の運動強度（30-は30以下を示す）

	学・年・性	全体平均	展開期	全体平均	展開期	全体平均	展開期
		H・R	H・R	%VO ₂ max	%VO ₂ max	60%時間	60%時間
なわとび・ボール	小学3年女子	144	142	45	46	16	12
	小学6年男子	144	142	56	54	16	7
体力づくり (サーキット トレーニング)	小学6年男子	142	153	57	63	18	16
	中学2年男子	124	140	30	44	13	12
	中学2年女子	137	148	43	52	15	15
	高校1年男子	124	139	30	49	11	11
マット・とび箱	小学3年女子	131	128	43	41	6	2
	小学6年男子	115	112	30-	30-	4	2
	高校1年男子	102	106	30-	30-	0	0
持久走	小学3年女子	152	158	62	65	20	15
	小学6年男子	143	145	57	58	13	10
	中学2年男子	127	138	30	38	9	8
走高・とび	中学2年男子	110	120	30-	30-	2	1
バスケットボール	中学2年男子	112	113	30-	30-	7	6
	高校2年男子	121	137	30	46	19	18
ミニサッカー	小学6年男子	118	137	33	45	6	5
フットベースボール	小学6年男子	116	119	30-	30	5	1
ソフトボール	高校2年男子	94	90	30-	30	1	0
バドミントン・卓球	小学6年男子	136	136	51	51	7	2
	高校1年男子	90	89	30-	30-	0	0
フォークダンス	高校1年男子	79	89	30-	30-	1	0

～60%の ■■■ ではなわとび運動が授業の59%の出現率があった。逆に、酸素摂取0～20%の □□□ ではマットとび箱・ソフトボール・卓球・バドミントン等で低い出現率であった。

体育授業において、全身持久走の向上、運動量の確保を考慮した指導を進めるためにはせめて酸素摂取 60% VO₂maxのレベルで、授業の20%以上の出現率が必要かと考えられる。また、体育科学センター¹⁹⁾方式に基づいて子どもをトレーニングした結果、子どもには、その改善がみられない報告がある。^{3), 12)}反面、浅野ら⁴⁾、加賀谷ら¹⁰⁾、猪飼ら⁷⁾は最大酸素摂取量の80～88%以上の運動強度でトレーニングすると効果があげられると報告している。しかし、本研究の結果を含めて、体育授業時に80～88%の強度を得るような授業を展開

することは、困難であると考えられる。

そこで、トレーニング効果が直接、得られにくいため、具体的な指導方法として、猪飼⁶⁾は持久力トレーニングの意図的な開始年齢を持久力の発育の著しい12歳以降とし、その予備の意味を持った持久走を小学校の高学年において行なうべきであり、小学校の低学年では組織的・計画的トレーニングというよりは各種の遊びの中で持久力を高めるべきであると報告している。また、同様な立場から小林¹³⁾は中学生の時期に持久力のトレーニングはランニングスピードを向上させたが、最大酸素摂取量の増加が得られなかった。しかし、トレーニング効果は思春期の発育促進期に特に、顕著に出てくるので、幼児や小学校低学年の時期から、持久走のトレーニングを開始することが最も

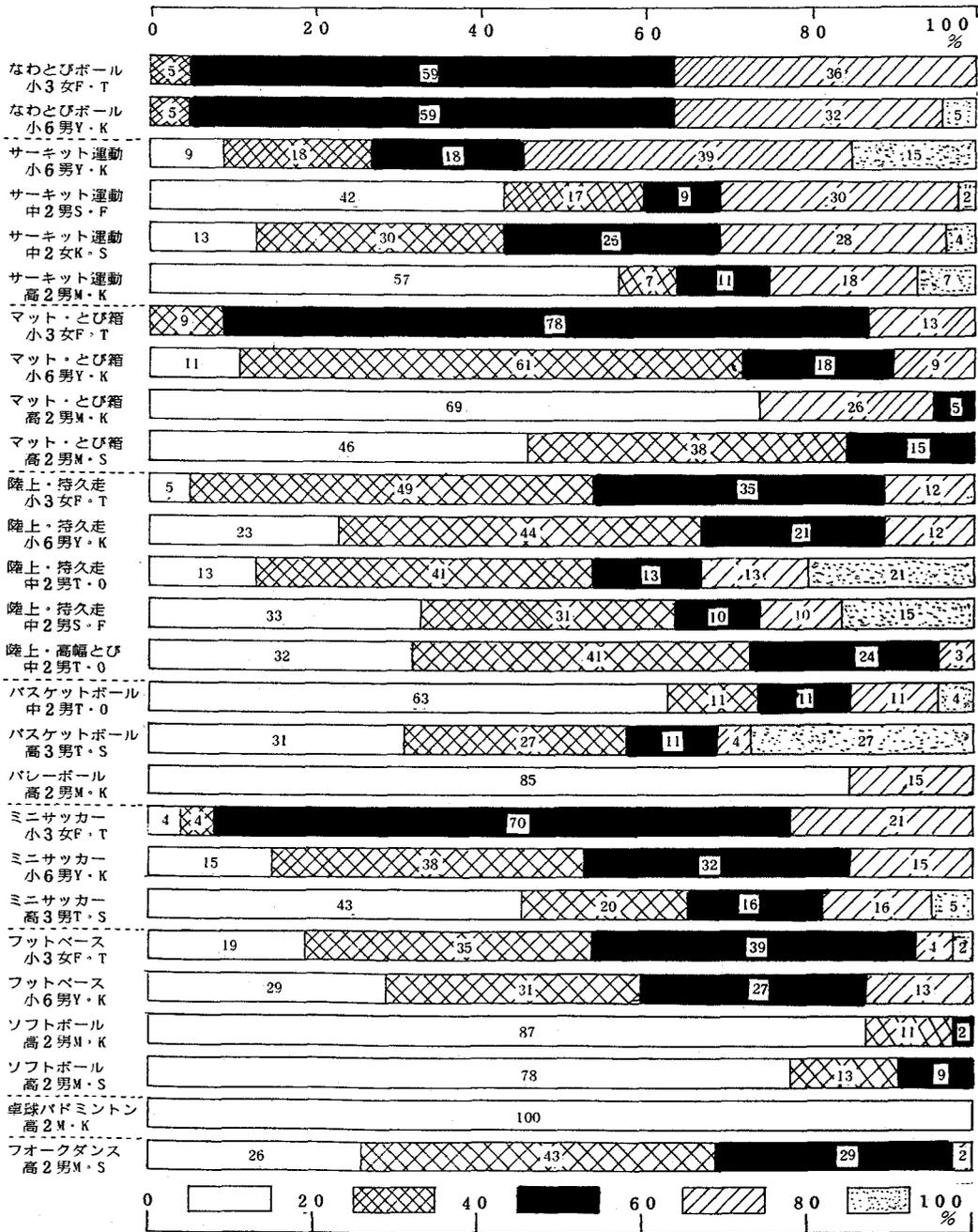


図12 体育授業からみた酸素摂取レベル

表2 各種運動強度一覧

運動種目・内容		年齢	性別	心拍数 (拍/分)	酸素摂取 (%)	文献
基本 の 運 動	器械体操とボールけり	小2		(130以上)		初等教育資料
	ねずみとりゲーム	小1		(133~149)		"
	なわとびと基本運動	小3		(138~165)		"
	なわとびボール運動	小3・6	男女	144	56	菅野(1981)
	ポートボールゲーム	小4		(126~149)		初等教育資料
な わ と び	かけ足跳び(66回/分)			149	60~70	榎木(1973)
	両足跳び(66回/分)		男	(130~180)160		"(1972)
	"(")		女	(160~180)170		"(1973)
	"(120回/分)			169		"(1973)
登 山	ベテラン登山家			(150~160)		島岡(1976)
	初心者 上り			(125~170)		} 山地(1978)
	初心者 下り			(110~150)		
自 転 車	サイクリング(一般)			(70~80)	25~30	名取(1967)
	低速			(82~96)89		加賀谷(1975)
	高速			(134~154)144		"
	上り坂			(163~174)168		"
	下り坂			120		"
ラ ジ オ 体 操	跳躍運動			160以上		伊藤(1979)
	他の運動			120以下		"
	ラジオ体操	小学生		(125~145)	45	山岡ら(1978)
	"	大学生		(105~126)	33~41	"
	リズム運動	小5	男女	(146~174)	55~69	山岡ら(1979)
ジ ャ ズ 体 操	ジャズ体操	小学生		173	69	山岡ら(1978)
	ステップジャンプ系			168	80	"
	柔軟系			159	62	"
	筋力系			157	60	"
	総合系			174	85	"
ト ポ リ ン	基本運動			148		今井ら
	トランポリン	大学生		(160~180)	45~83	金子(1978)
体 操	ボール体操	小5	男女	(137~158)		加賀谷ら(1979)
	棒体操	小5	男女	(134~155)		"
	跳箱運動	小5	男女	(144~157)		"
	走跳運動系	} 小4 中2	男	147		浅野ら(1979)
	筋運動系		男	141		"
	柔軟運動系		男	116		"

運動種目・内容		年齢	性別	心拍数 (拍/分)	酸素摂取 (%)	文献
体 操	かけ足の運動	小5	男女	179	86	福永(1979)
	疾走の運動			159	67	"
	跳ぶ運動			149	67	"
	腕で支える運動			145	60	"
	人押し人運ぶ運動			143	60	"
	ボールを扱う運動			134	54	"
	徒身体操			116	33	"
	徒身体操	中学生		(85~136)		石井(1980)
	バスケットボール型	小4	男	156		星川(1980)
	サッカー型			159		"
	バスケットボール型		女	178		"
	サッカー型			178		"
	体操(選手)			(150~180)		Noble(1975)
	床運動・平行棒(選手)		女	(160~180)	76	山岡ら(1978)
	平均台(選手)		"	(150~180)	66	"
	サーキット トレーニング(授業)	小6	男	153	65	菅野(1981)
	"	中2		140	44	"
	"	中2	女	148	52	"
"	高1	男	139	49	"	
マット運動・ とび箱運動(授業)	小3	女	128	41	菅野(1981)	
"	小6	男	112	30以下	"	
"	中学生	"	122		"	
"	高1	"	106	30以下	"	
水 泳	50mクロール			(118~170) 141		星川ら(1978)
	50m平泳			(116~148) 131		"
	50- 400m			(159~176) 166		"
	30分内自由泳			145		"
ス ケ ー ト	500~10000m		男	(170~180以上)	}90~100	真島(1972)
	500~3000m		女	(170~180以上)		"
	レク・スケート			(140~150)		Green(1978)
	短距離(選手)			180		浅野
	中長距離(選手)			(190~200)	"	
	フィギュア スケート(試合)	14才	男	100		Seliger(1968)
	"	"	女	170		"

運動種目・内容		年齢	性別	心拍数 (拍/分)	酸素摂取 (%)	文献
卓球	卓球(授業)			138	60	体育科学センター (1977)
	"(試合)	一般		(130~140)	55~60	
	卓球シングル(試合)	一般	男	130		ライテルら
	"ダブル(試合)		女	140		"
サッカー	サッカー(試合)	一般		(160~180)	75~90	体育科学センター
	"	中学生	男	(120~150)		浅見ら(1968)
	"	高校生	"	(150~180)		"
	ミニサッカー(授業)	小6	男	126	45	菅野(1981)
	"	高1	"	128	38	"
バスケットボール	バスケットボール(授)			169	80	体育科学センター
	"(試合)	高校生	男	(150~170)		塚越(1965)
	"(試合)	大学生	"	(170~180)		"
	"ガード	"	女	(142~156)		Skubic(1967)
	"フォワード	"	"	(142~143)		"
	"(試合)	小5・6	男女	155		山岡(1982)
	(授業)	高1	男	138	48	菅野(1981)
ハンドボール	ハンドボール(授業)			175	80	体育科学センター
	"技能学習	高校生		(114~142)128	(75~87)80	斎藤ら(1978)
	"ゲーム学習	"		(107~153)132		"
	"フィールドプレイヤー			(112~177)	62~80	広田ら(1978)
	"ゴールキーパー			(103~156)	41~55	"
野球	野球(試合)	一般		(100~120)	30~45	体育科学センター
	"試合中野手			120以下		白鳥ら(1975)
	"試合中バッティング			(120~150)		"
	"試合中ランナー			(130~170)		"
	"キャッチボール			(100~140)		"
ソフトボール	ソフトボール					
	"ピッチャー	大学生	女	(130~160)		伊藤ら(1978)
	"内・外野手	"	"	(90~160)		"
	ソフトボール(授業)	高1	男	30以下		菅野(1981)
柔道	柔道(試合)		男	(160~180)	50~75	猪飼(1960)
	"乱取り	中学生		(153~192)	75~93	久永ら(1977)
	"受け身	"		(126~188)	44~60	"
	"打ち込み	"		(153~192)	57~89	"

運動種目・内容		年齢	性別	心拍数 (拍/分)	酸素摂取 (%)	文献
スキ	ゲレンデスキー		男	(130~170) 143		水田(1977)
	アルペンスキー(試合)			(180~220)		Landy(1972)
	ノルデック(試合選手)			180	90	"
陸上	100m			(160~180)		山地ら(1981)
	400m			(188~198)		"
	1500m			(198~209)		"
	10000m			(182~196)		"
	マラソン			(158~168) 163	83~94	Coseillら(1971)
	フィールド競技			(95~120)		Seliger(1968)
	持久走(授業)	高校生	男		75	青木ら(1979)
	短距離走	小6		150	60	石河ら(1980)
	走幅・高跳	小6		140	50	"
	7分間走	小6	男	(180~210)		加賀谷ら(1980)
持久走(授業)	小3	女	158	65	菅野(1981)	
"	小6	男	145	58	"	
"	中2	男	136	38	"	
バレーボール	バレーボール(試合)	中学生		134		砂木(1971)
	"	高校生		142	20~60	"
	2人パス	大学生	女	180	97	加賀谷(1978)
	5人パス	"	"	137	70	"
	10人パス	"	"	112	47	"
	バレーボール(授業)	中2		105	24	石河ら(1982)
	"	中3		119	35	"
"	高2	女	(130~170)		菅野(1979)	
テニス	テニス(授業)	一般		142	60	} 体育科学センター (1977)
	軟・硬式テニス	一般		(140~160)	65~75	
	硬式テニスストローク	選手	男	143	50	ブラウエルら
	" シングルゲーム			150	54	"
" ダブルゲーム			140	50	"	
バドミントン	バドミントン(試合)	一般		(150~170)	70~85	} 体育科学センター (1977)
	" シングル(試合)		男	(114~180)		
	" ダブル(試合)		"	(140~175)		
	シングルの勝者			130		竹中ら(1977)
	" 敗者			148		"
	バドミントン(授業)	小6	男	136	51	菅野(1981)
	高1	男	90	30以下		

運動種目・内容		年齢	性別	心拍数 (拍/分)	酸素摂取 (%)	文献
剣道	剣道(練習)	選手		(140~160)	58~70	円羽ら(1971)
	"(試合)	大学生		(110~178)160		今井ら(1980)
ダンス	フォークダンス (授業)	高1	男	79	30以下	菅野(1981)

重要であると報告している。また、子どもの発育発達から吉沢ら²²⁾は無酸素的運動に対する能力が低いと、ある種のインターバル形式の運動を与える工夫が大切であると述べている。そうすると、やがて無酸素的能力を持つ年齢に達したとき、より高いパワーの持久性を持つことが出来ると報告している。以上のことを含めて、体育授業における指導法と授業の構成についても十分に工夫しなければならないと考えられる。

5 各種運動強度について

各種運動強度一覧(表2)はこれまでの主な文献を収録して作成したものである。これらの心拍数、酸素摂取量からみた運動強度の資料は単一の運動、一連の運動とか総合的な運動等の平均値から得られたものが多い。

本研究で用いた運動強度の視点からこれらの資料をみると、基本の運動(なわとび・ボール運動)・なわとび(両足跳び)・リズム運動・ジャズ体操・トランポリン・体力づくり運動・スケート・剣道において全身持久性の向上のための有効な運動強度が得られている。

また心拍数からみた各種運動の特徴として、「基本の運動・体操」では、①キッチリ体操とタラタラ体操では心拍数に大きな差が生じ、やり方次第ではこのような差がある。②走る運動・跳ぶ運動はボールを扱う運動・徒手体操より高い心拍数が得られる。③全身運動と部分運動において大きな差が現われ、全身運動が高値を示す。④ボールを扱う運動では個人差が大きく現われる。

その原因としては運動能力にすぐれ積極的によく動く者とそうでない者との間には運動量の差異がある。「ボール運動」では①バレーボールのゲーム時と得点係時の心拍数の差が大きい。②ボール1個に対する人数が多いほど心拍数が低くなる。③シングルスとダブルスについてはシングルスの方が心拍数が高い。④鍛練者と非鍛練者の比較では鍛練者が活発に動くことが多いので心拍数が高い。⑤技能の習熟度の差も心拍数に現われ、習熟者には高い心拍数が多い。「陸上」では①バーの高さ・台高によっても心拍数に差が現われることが多く、高くなるほど心拍数が高くなる傾向がある。②運動負荷に対して、鍛練者は早期に心拍数の適応が観察され、非鍛練者はゆるやかに適応し、運動負荷の後半に高い心拍数を示す。以上の結果を基に、今後の指導において指導法を工夫することにより十分な活動量が得られると考えられる。

6 主観的運動強度(RPE)

図13は主観的運動強度(RPE)の模式図を示したものである。運動強度には生理的な指標として心拍数・最大酸素摂取量や時間・回数・重量等での客観的運動強度と、我々が特に体育授業の陸上において、言葉や数字を用いて生徒に走るペースをつかませたり、疲れの度合をたずねる主観的運動強度(RPE)とがある。最近、このRPEと心拍数の対応関係が成り立つことが確かめられている。⁸⁾それゆえにRPEを自覚することで、逆に心拍数を知り、運動の強度を推定することが出来る。本研究ではボルグと小野寺ら⁸⁾と本研究の結果を用い

ボルグの表示	小野寺らの表示	10- 5段階表示	出力表示	心拍数 (拍/分)	強度 (%)				
20				200	100	全力走	会話が できない		
19 - Very very hard	非常にきつい	10 - 5	5の力	180	80	速く走る	会話が できない		
18				160	70	かなり速く走る	苦痛 である のが		
17 - Very hard	かなりきつい	8 - 4	4の力	140	50	速く走る	会話が できる		
16				120	40	気持よく 走る			
15 - Hard	きつい	6 - 3	3の力	100	30	日常生 活の強 度			
14				80		普通に 歩く			
13 - Some what hard	ややきつい	4 - 7	普通の力			普通に 歩く			
12						普通に 歩く			
11 - Fairly light	楽である	2 - 1	1の力			普通に 歩く			
10						普通に 歩く			
9 - Very light	かなり楽である	1				普通に 歩く			
8						普通に 歩く			
7 - Very very light	非常に楽である					普通に 歩く			

図13 主観的運動強度 (RPE) の模式図 (ボルグと小野寺に作図)

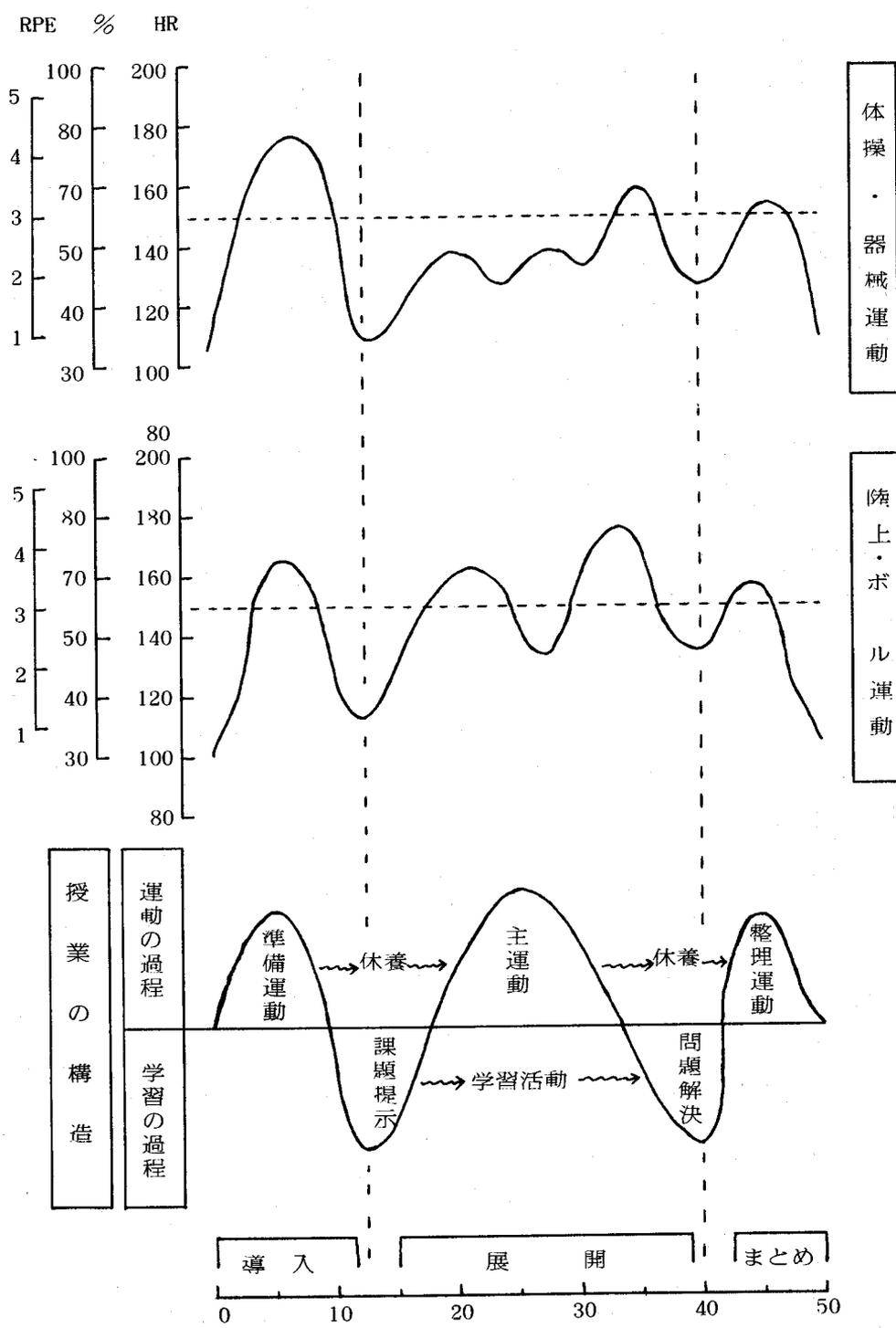


図14 授業過程における運動強度パターンの模式図 (高田に作図)

て RPE のスケール表を作成してみた。この RPE は、まだまだ使用するとき条件設定とか心理的影響の問題はある。このスケール表は体育授業時において運動強度の目安として使用可能であると考える。

青木ら²⁾は RPE と心拍数との対応には、性差・体型・日常生活における活動の程度・トレーニングや環境温度によって大きく変動が認められず、教育現場で生徒の性差や体力差などにかかわらず、RPE を使用できる条件を持っていると報告している。小野寺ら⁸⁾・浅見ら⁵⁾は RPE と最大酸素摂取量の対応性は走など全身持久性運動の場合に高いことを認めている。また、1時間の走では心拍数、最大酸素摂取量がほとんど変化しないが、RPE は運動経過にともない漸次、上昇する。このことは関節等の過剰の刺激により生じる痛みや局所の疲労が関与すると報告している。以上の報告にも述べられているように今後の体育授業で指導の指標として有効であると考えられる。

7. 授業過程における運動強度パターン

全身持久性・運動刺激の確保をねらいに、運動強度の60%、心拍数が150拍/分以上、主観的運動強度の3とその強度が10分以上の運動強度の条件を設定し、各種体育授業の分析をしてきた。ここでは以上の結果を基に高田¹⁷⁾が述べている授業の構造の資料を参考に体育授業における運動強度の理想的な運動の過程を模式化してみた。(図14)

特に、体操・器械運動では運動量・強度の面で低い値を示すことが多いので、運動刺激・運動量の確保という点から、60%以上の強度で導入期に7~8分、展開期に1~2分、まとめ期に2~3分程度の時間はほしいと考える。また、陸上、ボール運動では移動量が多いため、導入期で3分、展開期で7分、まとめ期で1分程度は最低、保障しなければならないと考える。

一般に、「授業において、準備運動で軽く一汗かく。主運動でたっぷりかく。整理運動では全身の体調と呼吸を整えて終る。汗をかかないような

授業はからだに効果が無い。」と伝えられている。また、高田¹⁷⁾は子どもの望む一番目に「せいっぱい運動させてくれた授業」を報告している。そんな中で、吉村²⁵⁾は体育授業において、発育発達のために、心拍数130拍/分以上の運動刺激を少なくとも授業の%の30分以上は与えて、汗を流して「ああ、よく運動した。」と満足感を与える授業にしたいものである。高田¹⁸⁾は吉村の報告に加え、心拍数が180拍/分以上の強い運動が挿入されることも必要であること、そしてその強い運動が授業の後半に配慮されたときも、一層「精一杯やった!」という感じになる。また、猪飼は体育授業の運動強度と量の側面から体育45分のうち少なくとも、実働時間は15分、そのうち5分間は持久走にあてるべきだと体育界に警告している。

以上の報告と本研究の結果を受けて体育授業の全般から一つの目安として、授業過程の運動強度パターンを考えてみた。授業にはそれぞれ教材の特性とねらいがあるが、子どもたちの運動量の確保、発達刺激の保障の立場から指導過程を含めた指導方法の工夫等が今後、必要かと考えられる。

III まとめと今後の課題

本研究において、運動強度(60% $\dot{V}O_2 \max$)、運動量(60% $\dot{V}O_2 \max$ が10分以上)における体育授業は、小学3年の持久走、また教材の特性としての展開期での小学・中学・高校の体力づくり運動、小学・中学・高校の体力づくり運動、小学・中学の持久走、高校のバスケットボールにおいて全身持久走を高めるための有効な刺激があった。

体育授業時の運動強度において、本研究も含めて60% $\dot{V}O_2 \max$ を越える授業の報告が少なく、最近では運動の量的な面を重要視した報告もある。このような中で、体育授業において持久性体力を高める運動刺激としての強度・量について、客観的運動強度や主観的運動強度の指標の活用を進め

ていきたい。

また、児童・生徒の発育発達状態を考慮し、体力の向上に寄与できる授業過程の改善、工夫についても今後、十分に検討を深めたいと考える。

稿を終えるにあたり、終始懇切な御指導と御校閲を賜った岩手大学伊藤章一教授・高橋哲雄教授・山本實教授ならびに本校の佐藤静夫副校長、また、本測定に御指導と献身的な協力をして下さった仙台大学佐藤佑助教授・諸学校の先生方に深く感謝の意を表します。なお本研究の要旨は昭和59年度岩手県立教育センター研究発表会において口演発表した。

参 考 文 献

- 1) 青木純一郎：同一ランニング・スピードに対する男子の子どもと大人の呼吸循環応答の比較，*体育の科学*，271-277，1981
- 2) 青木邦男・畑栄一：正課持々走授業へのRPE（主観的運動強度）導入の試み，*体育の科学*，23，839-843，1983
- 3) 浅野勝巳等：小・中学校における体操の運動強度に関する実験的研究，*体育科学*，7，1-9，1979
- 4) 浅野勝巳等：10分間走トレーニングの都市青少年の有酸素的作業能に及ぼす影響，*東京教育大学スポーツ研究所報*，13，15-26，1975
- 5) 浅見俊雄等：主観による運動強度の選択について，*体育科学*，4，1-5，1976
- 6) 猪飼道夫：*体育の科学的基礎*，5，東洋館出版社，1970
- 7) 猪飼道夫：トレーニング強度からみた中学生女子の全身持久性トレーニング効果の検討，*体育科学*，1，24-34，1973
- 8) 小野寺孝一・宮下充正：全身持久走運動にお

- る主観的強度と客観的強度の対応性，*体育学研究*，21，4，191-203，1976
- 9) 加賀谷颯彦：体力を高める体育授業のあり方，*体育の科学*，30，41-45，1980
- 10) 加賀谷等：走行スピードによる強度選定法を用いた小学生の持久性トレーニング効果，*体育科学*，3，131-138，1975
- 11) 加賀谷淳子：心拍数からみた小学生の体育教材の検討，*体育科学*，7，51-59，1979
- 12) 川初清典：持久運動の幼少年期におよぼす影響，*体育の科学*，30，560-565，1980
- 13) 小林寛道：日本人のエアロビックパワー，杏林書院，1982
- 14) 齊藤満等：心拍数からみた一斉学習時の生理的反応の個体差に関する研究，*愛知県立旭丘高校研究集録*，3，23-40，1977
- 15) 芝山秀太郎等：中学生における体力づくり教材の生理機能におよぼす効果，*体育科学*，7，72-79，1979
- 16) 鈴木洋児等：行動調査の方法としての心拍数連続測定，*体育の科学*，21，399-402，1971
- 17) 高田典衛：授業としての体育，*明治図書*，25-36，1980
- 18) 高田典衛：授業に生きる運動の科学とは何か，*体育科教育*，12，6-8，1978
- 19) 体育科学センター：健康づくり運動カルテ，講談社，49-78，1981
- 20) 長沢弘等：正課体育の授業における運動量と質について，*体育学研究*，20，293-301，1976
- 21) 掘田昇等：運動強度のとらえ方と授業の科学，*体育科教育*，40-42，1979
- 22) 吉沢茂弘：子どもの運動遊びと呼吸循環機能の発達，*体育の科学*，30，316-323，1981
- 23) 宮村実晴：持久走のメカニズム，*体育の科学*，20，20-25，1979
- 24) 吉村雅導：小学校期における運動処方のごころみ，*体育の科学*，21，248-251，1971
- 25) 吉村雅導：記録の測定とその結果の活用をめぐる，*新体育*，No.148，No.3，36-40，1978