

跳躍運動における熟練者と非熟練者に見られる動きの違いについて

—助走をともなった垂直方向への片脚跳躍について—

足立 長彦* 浅見 俊雄* 戸苅 晴彦*

Differences in Jumping Movement between the Skilled and the Unskilled Jumpers

—On vertical movement in one-leg jump following the approach run—

by

NAGAIKO ADACHI, TOSHIO ASAMI and HARUHIKO TOGARI

Abstract

This study was intended to analyze a jumping skill, especially on a skill to produce vertical movement following the approach run, from the viewpoint of the differences between the skilled and the unskilled jumpers. Subjects used as the skilled were three basketball players and one high jumper, and as the unskilled two long distance runners and two non-athletes were used. Their ages ranged from 18 to 29 years old. An analysis of the movement patterns was made by a motion analyzer on a film and the take-off time was recorded by a force platform.

From the results, following reasons were clarified as the causes for the unskilled jumpers not to be able to get enough jumping height in comparison to the skilled jumpers.

1. They could not accelerate the speed of the approach run, even though they increased the number of approaching steps.

2. In addition to it, as they could not make a greater angle of backward leaning, in which they also had a longer take-off time, they could not obtain larger force-velocity value.

3. As the take-off leg might receive a greater shock at the time of taking-off due to a large angle of its insertion into the spot, a heavy load could be induced on it.

4. Due to the large maximum flexion angle of the take-off leg at the time of taking-off, the partial horizontal force might be absorbed in by the take-off leg, even though the speed of the approach run was accelerated. Therefore, as there was no gain of repelling power, the jump would become dependent upon only the knee extending force of the take-off leg. [Proceedings of Department of Physical Education, College of General Education, University of Tokyo, No. 9, 9-16, 1975]

* 東京大学教養学部体育研究室 (Department of Physical Education, College of General Education, University of Tokyo)

緒 言

種々のスポーツに於いて跳躍力があるということは、ゲームを勝利に導くために非常に必要な要素になる。特にバレーボールのスパイク、ブロック、サッカーのヘディング、バスケットボールのジャンプシュートやフォローなどでは、他の選手より高く跳躍できることが優秀な選手の要素の一つである。又陸上競技の走高跳は、高く跳躍できることを競う競技としては最も顕著なものであろう。跳躍力に関してわれわれはいわゆる「バネ」があるとか、「バネ」がないという言葉で表現している。しかし、「バネ」ということに対してはまだ科学的な充分な研究がなされているとはいえない。

跳躍力の研究に関しては、これまで McCloy, C. H.¹⁾ や Gray, R. K.²⁾ らの研究をはじめとして、主に垂直跳の研究が多い。わが国でも垂直跳に関する研究は数多く、中でも金原ら³⁾は、ストレンゲージをセットした測定台を用いて力積について論じ、渋谷ら⁴⁾は、同じ測定台を用いて、垂直跳の高さを得るための力、時間、パワーの関係について論じている。

助走を利用して高く跳躍する研究に関しては、Klissouras, V. と Karpovich, P. V.⁵⁾ は可変抵抗

を用いたエレクトロ・ゴニオメーターにより腰、膝、足首、拇指の関節の角度変化、角速度、踏切時間などについて調べている。又金原ら³⁾は、走高跳の研究に於いて、助走速度と跳躍技術について、又、振上脚、両腕、腰などの使い方が水平方向の運動量を垂直方向へ変えるのにどのような役割をしているかを検討している。

われわれは、今までに、筋力のあるもの、あるいは垂直跳がかなり高く跳べる者でも助走がともなった時必ずしも高く跳べない者がいることを見てきた。又反対に助走がともなった跳躍では相当高く跳躍できるが垂直跳はそれほど高く跳躍できない者もいることを経験的に知っている。このことは助走がともなった場合高く跳躍するという動作に対して特別な技術が必要であるということが考えられる。

これまでの研究では、助走がともなって高く跳躍するという点について熟練者と非熟練者との比較に於いて検討した研究はあまり見られない。

そこで本研究は、助走をともなった場合、高く跳躍できない者は、高く跳躍できる者と比較して動きに於いてどのような違いがあるかを知るために行なった。

方 法

被検者は18歳から29歳の男子で大学のバスケット

Table 1. Physical characteristics of subjects

		Height cm	Weight kg	Age	Vertical jump cm	
Skilled	K. T.	173.3	59.5	20	83	Basketball player
	T. S.	179.8	66.0	19	70	Basketball player
	K. Y.	173.5	63.5	18	76	Basketball player
	N. A.	178.5	72.5	29	78	High jumper
	\bar{M}	176.3	65.4		76.8	
Unskilled	S. T.	172.0	62.0	20	60	Long distance runner
	Y. T.	168.4	64.5	18	75	Long distance runner
	Y. K.	174.8	56.0	19	48	None athlete
	H. T.	165.8	57.0	20	54	None athlete
	\bar{M}	170.3	59.9		59.3	

トボール選手3名, 走高跳の選手1名, の計4名を熟練者とし, 大学の長距離選手2名, 特別に競技をやっていない者2名の計4名を非熟練者とした (Table 1).

それぞれの被検者に1, 2, 3, 5歩の助走で片脚の全力跳躍を行なわせた, なお, 熟練者は全て左が踏切足で, 長距離選手2名も左が踏切足であった. 特別に競技をやっていない非熟練者2名については, あらかじめ軽く左右両方について3歩程度の助走で跳躍させ, 検者が見て動きが滑らかで, しかも, 力強く跳躍できた方を踏切足とした. その結果左の方がよいと認められたので, この2名についても左足を踏切足とした. それぞれの助走歩数で5回跳躍させ, その際のフォームを被検者の右側方30mの所から16mmムービーカメラ (フォトソニック) で毎秒100コマで撮影した. フィルムの分析は, ナック・フィルムモーション・アナライザーを使用した. 又踏切地点にストレインゲージを仕組んだ測定台をセットし, これによって踏切時間を測定した. フィルムから, 助走速度, 踏込角度, 踏切時最大後傾角度, 踏切

時の踏切脚の膝の最大屈曲角度, 跳躍角度, 跳躍高を測定した. それぞれの値は5回の跳躍の平均値を用いた.

なお, 助走速度は大転子の変位から (踏切時点から5コマ), 踏切時最大後傾角度は大転子とかかとを結んだ線が垂線となす角度, 跳躍高は地面から大転子の最大跳躍高までの距離からそれぞれ求めた.

結 果

Table 2 は, それぞれの測定項目について, 各歩数ごとの平均値を熟練者と非熟練者とに分けて示したものである. まず跳躍した高さは, 熟練者は助走の歩数が増すに従って高く跳躍していることがわかる. 1歩助走と5歩助走の間には16.6cmの差がある. これに対して非熟練者では, 助走の歩数の増加が熟練者ほどは跳躍高の増加に結びついておらず, 1歩助走と5歩助走の間にわずかに6.2cmの差がみられるのみであった. 助走速度は, 助走の歩数が増すに従って熟練者, 非熟練者とも増加している. しかし熟練者の増加の方が大

Table 2. Mean values of items

		1 step	2 steps	3 steps	5 steps
Jumping height	cm				
	Skilled	165.0	170.9	179.2	181.6
	Unskilled	143.1	148.2	148.2	149.3
Approach speed	m/sec				
	Skilled	2.76	4.36	4.90	5.65
	Unskilled	2.11	2.87	3.77	4.38
Backward lean at take-off	degree				
	Skilled	23.4	28.6	29.3	32.0
	Unskilled	25.6	26.7	29.6	29.3
Angle of step in	degree				
	Skilled	11.8	3.6	1.9	1.0
	Unskilled	23.4	19.3	8.7	10.7
Maximal angle of knee bend at take-off	degree				
	Skilled	54.3	45.0	46.1	44.5
	Unskilled	67.0	67.8	54.5	49.1
Angle of projection	degree				
	Skilled	58.4	51.6	51.6	45.1
	Unskilled	48.2	46.7	47.2	41.5
Take-off time	sec				
	Skilled	0.31	0.23	0.22	0.20
	Unskilled	0.39	0.36	0.29	0.24

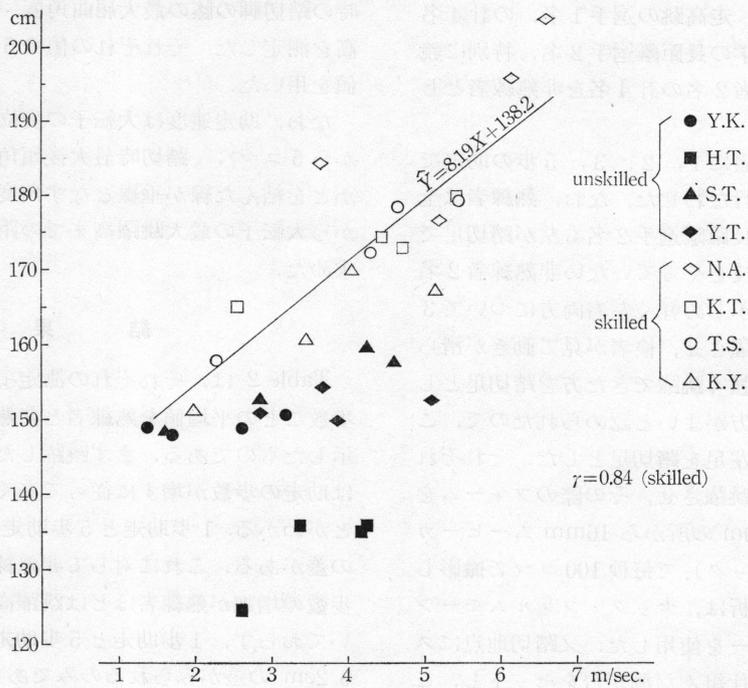


Fig. 1. Relationship between approach speed and jumping height

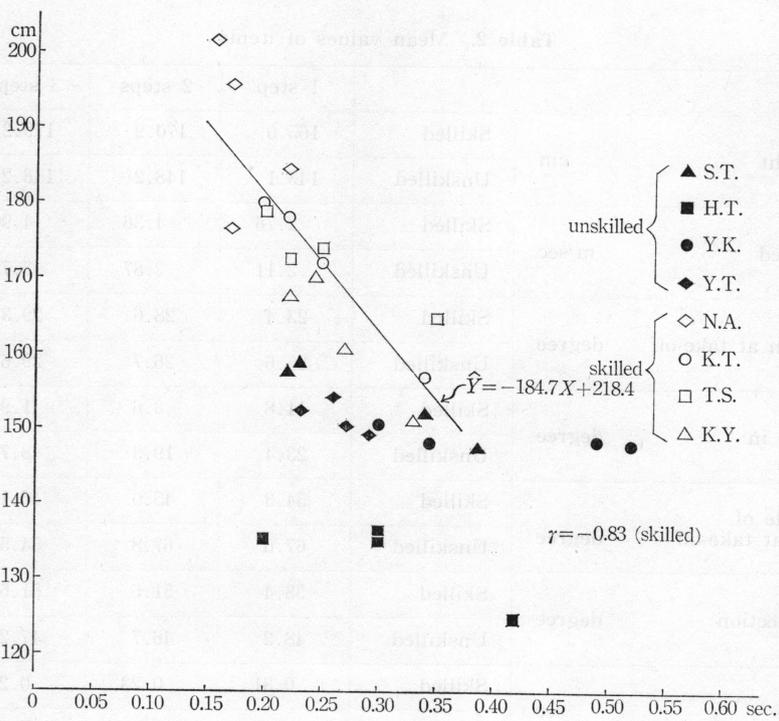


Fig. 2. Relationship between take-off time and jumping height

きい傾向にある。又助走の歩数の増加にともなう助走速度の上昇と跳躍高との関係をみると (Fig. 1) 同一助走速度での跳躍高に熟練者と非熟練者として大きな差が見られ、また熟練者では、助走速度の増加にともなって跳躍高の顕著な増加がみられた。踏切時間は各歩数とも熟練者の方が非熟練者より短く、また、助走の速度が早くなるとともに、踏切時間が短くなる傾向がみられた。一方踏切時間と跳躍高との関係は跳躍高が高くなるに従って踏切時間は短くなる傾向であった。この傾向は熟練者において顕著であり、非熟練者では相関がなかった。また同一踏切時間で比較すると熟練者の方がより高い跳躍高をえていた (Fig. 2)。次に、踏切に於ける最大後傾角度についてみると、熟練者、非熟練者ともに助走の歩数が増すに従って後傾角度は大きくなる傾向にあるが熟練者の方がこの傾向がより顕著であった。また、助走速度と踏切時の最大後傾角度の関係については非熟練者の1名を除いて助走速度が増すに従って最大後傾角度も大きくなる傾向であった。非熟練者の1名は他とは逆に助走速度が増すに従って最大後

傾角度が小さくなるという特異な傾向を示した。最大後傾角度と跳躍高の関係は、熟練者のうち1名を除けばほぼ直線的な関係を示すが、非熟練者ではこうした一定の傾向は見られなかった (Fig. 3)。跳躍角度は、熟練者、非熟練者とも助走の歩数が増加するに従って跳躍角度が小さくなる傾向にあった。しかも3歩助走から5歩助走の間で、両者とも急に小さくなっていった。跳躍角度と跳躍高については、熟練者、非熟練者ともはっきりした傾向はみられなかった。踏込角度については、熟練者、非熟練者とも助走の歩数が増加するに従って小さくなっているが、非熟練者では5歩助走でも10.7°とかなり大きく、熟練者の1歩助走とほぼ同じぐらいであった。踏込角と助走速度の関係は、熟練者では助走速度が早くなるに従って踏込角は小さくなり、特に、2歩助走以上では全ての値が5.5°以上であるのに対して、非熟練者では助走速度が5m/sec. 以上でも踏込角度が大きい者があった。特に被検者 Y. T. は3歩助走で16.0度、5歩助走でも11.1度であった (Fig. 4)。踏切時の膝の最大屈曲角度は、熟練者、非熟練者ともに歩

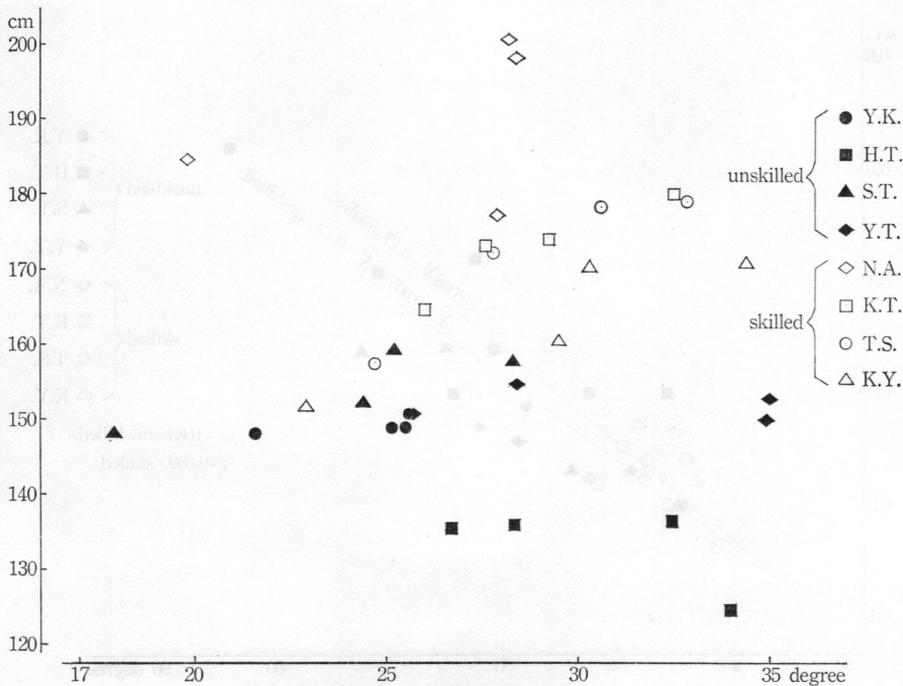


Fig. 3. Relationship between maximal backward lean at take-off and jumping height

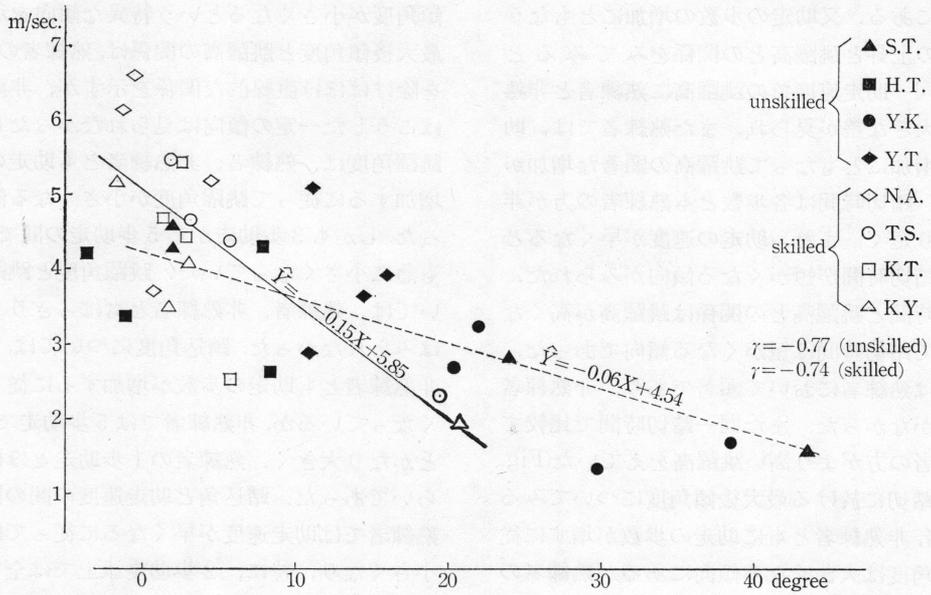


Fig. 4. Relationship between approach speed and angle of step in

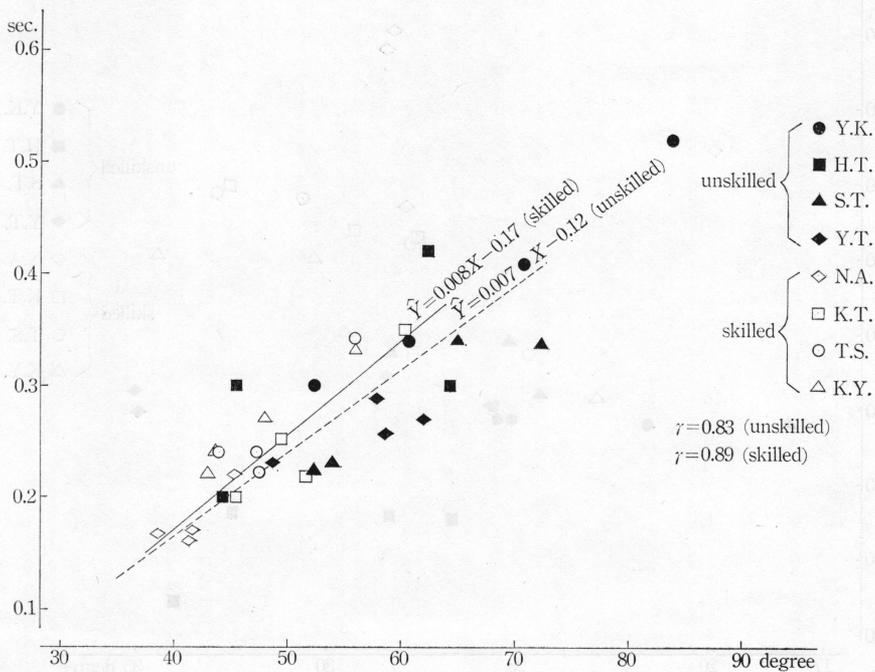


Fig. 5. Relationship between knee angle of kicking leg and take-off time

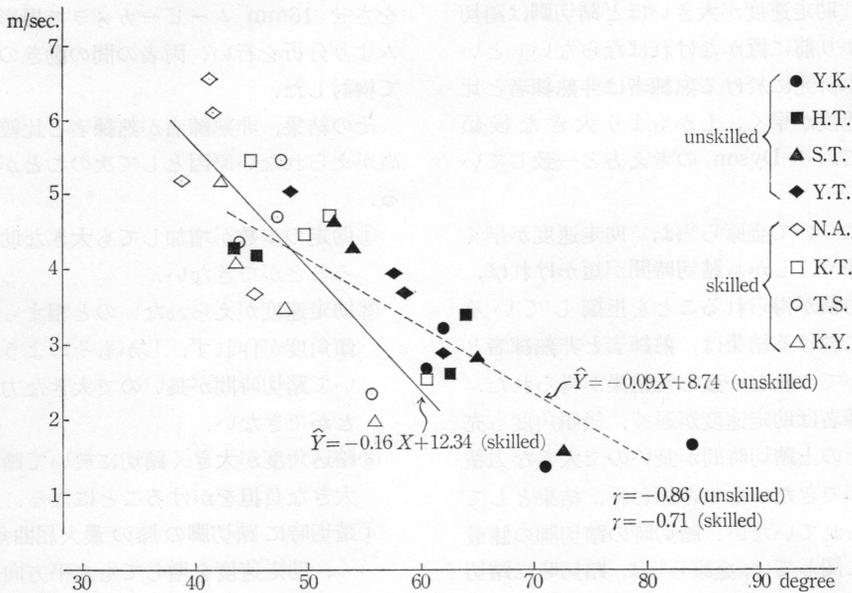


Fig. 6. Relationship between knee angle of kicking leg and approach speed

数が増すにつれて膝の最大屈曲角度が小さくなっていった。しかし各歩数とも非熟練者の方が大きい値を示した。膝の最大屈曲角度と踏切時間の関係は、踏切時間が長くなるに従って膝の最大屈曲角度は大きくなっていった (Fig. 5)。膝の最大屈曲角度と跳躍高の関係は、熟練者では、跳躍高が高くなるに従って膝の最大屈曲角度は小さくなる傾向を示したが、非熟練者ではこの関係は明らかでなかった。被検者H. T. は膝の最大屈曲角度が熟練者と同値であったが、跳躍高は高くなかった。膝の最大屈曲角度と助走速度の関係は助走速度が早くなるに従って熟練者、非熟練者とも膝の最大屈曲角度は小さくなっていった (Fig. 6)。

考 察

非熟練者は助走の歩数を増しても熟練者ほど助走速度が増していないという結果は、熟練者と非熟練者の間に走スピードそのものの絶対値に差があると考えられる。と同時に非熟練者の場合助走速度が増せば高く跳躍するための準備動作ができないためと考えられ、助走速度を増加すれば走巾跳に近い跳躍になってしまうものと思われる。この実験では、高く跳躍することを指示されている

ので非熟練者にとってはこの程度の助走速度しか出せないのであろう。また、助走速度と跳躍高の関係からみて、熟練者は助走速度を増すことによって踏切で水平方向の力を有効に垂直方向に転換していると思われるが、非熟練者では、助走速度の増加が踏切で水平方向の力を垂直方向への有効な転換がなされていないことがわかる。

この原因としては、第1に踏込角度が問題になる。熟練者では、助走速度が増加すれば踏込角度は小さくなっている。助走で大きな速度が得られれば、踏込角度が大きければ大きいほど踏切での衝撃が大きくなり、水平方向の力を上昇力に変えるための滑らかな動作ができなくなり力を損失することになる。Cooper⁷⁾ は「最後の2歩は体をより低く、そして最後の一步では”かかと”は地面にしっかりと置かれる」といっているように踏切前に重心を低くすることが踏込角を小さくし滑らかな跳躍動作ができるものと考えられ、非熟練者の踏込角度が大きいことは、この点で力を損失している原因の1つであると思われる。

第2の原因として考えられることは、踏切時の最大後傾角度である。水平方向の力を垂直方向の力に有効に変えるための手段の一つとして

Dyson⁸⁾は、「助走速度が大きいほど踏切脚は踏切時に於いてより前に置かなければならない」といっている。本研究に於ける熟練者は非熟練者と比較して助走速度が早く、しかもより大きな後傾姿勢をとっており Dyson の考え方と一致している。

踏切時間について金原⁹⁾は、助走速度が早く後傾角度が深く、しかも踏切時間が短かければ、より大きな力積が得られることを指摘しているが、本研究に於ける結果は、熟練者と非熟練者との比較に於いてこれと一致した結果が得られた。即ち、非熟練者は助走速度が遅く、後傾角度も充分でなく、その上踏切時間が長いので大きな力積を得ることができないものと思われ、結果として跳躍高もえられていない。踏切時の踏切脚の膝最大屈曲角度に関しては、金原⁹⁾は、踏切時に踏切脚が大きな力を出すためには、膝屈曲角度は助走速度が増すにつれて小さくならなければならないと報告している。この研究にみられる非熟練者 H. T. の動きの中で助走速度が増しても膝屈曲角度が大きいということは、助走でえられた水平方向の力を膝を大きく屈曲することによって吸収し、再び踏切脚の伸展力で跳躍しているのではないかと思われ、これはむしろ垂直跳に近い跳躍をしているものと考えられる。非熟練者にみられるこのような動きは、被検者 Y. K., H. T. については垂直跳の値からみて技術の欠陥もさることながら筋力、パワーの不足が原因となっていることも考えられるが、被検者 S. T. と Y. T. は、垂直跳の値からみて、パワーが熟練者と比較して非常に劣っているということはないので、この跳躍高の差というものは明らかに跳躍技術の差であると考えられる。しかしこの点に関して今後さらに、垂直跳、またはパワーの測定で熟練者と同じ程度の者について検討を加えていく必要がある。

要 約

本研究は、助走をともなった垂直方向への跳躍について、熟練者と非熟練者に片脚の全力の跳躍

をさせ 16mm ムービーカメラで撮影し、フィルムより分析を行い、両者の間の動きの違いについて検討した。

その結果、非熟練者が熟練者と比較して、跳躍高がえられない原因として次のことがあげられる。

- ①助走の歩数が増加しても大きな助走速度をえることができない。
- ②助走速度がえられないのと相まって大きな後傾角度が作れず、しかもそのような状態に於いて踏切時間が長いので大きな力積をえることができない。
- ③踏込角度が大きく踏切に於いて踏切脚により大きな負担をかけることになる。
- ④踏切時に踏切脚の膝の最大屈曲角度が大きく、助走速度を増しても水平方向の力が踏切脚で吸収されてしまい大きな反発力が得られず、膝の伸展力に依存した跳躍になる。

本研究に対し御協力下さった東京大学教養学部体育科佐野裕司教官に、心から感謝の意を表します。

文 献

- 1) McCloy, C.H.: —Recent studies of the Sargent jump— Res. Quart, 3 (2), pp. 235-242, 1932.
- 2) Gray, R. K. et al.: —A test of leg power— Res. Quart. 33 (1), pp. 44-50, 1960.
- 3) Kinpara, I., Miura, M. et al.: —A sort of contraction of muscles and technique of physical education.— Proceeding of I.C.S.S. 1964.
- 4) 渋谷侃二他: 垂直跳の力学 東京教育大学スポーツ研究所報 3, pp. 52-58, 1965.
- 5) Klissouras, V. & Karpovich, P. V.: —Electrogoniometric study of jumping events.— Res. Quart. 38 (1), pp. 41-48, 1967.
- 6) 金原 勇, 三浦望慶他: 跳躍力を大きくする基礎的技術の研究(その3) 東京教育大学スポーツ研究所. 4, pp. 32-50, 1966.
- 7) Cooper, J. M., Lavery, J., Perrin, W.: Track and field for coach and athlete pp. 172, 1970.
- 8) Dyson, G. H.: The Mechanics of Athletics, 1970. 金原勇, 渋谷侃二, 古藤高良訳, 陸上競技の力学 p. 156~157, 1972.