

## サッカー選手の脚伸展能力に関する研究

松本光弘・丹信介・西嶋尚彦\*

### A study of the capacity of leg extension of soccer players.

Mitsuhiro MATSUMOTO, Nobusuke TAN and Takahiko NISHIJIMA\*

The purpose of this study was to investigate the capacity of leg extension of soccer players. The 67 healthy college soccer players were measured the capacity of leg extension with Cybex II. The items measured on the capacity of leg extension were the maximal isometric strength of leg extension, the isokinetic strength of leg extension and the leg extension power with measuring speeds of 50, 40, 35, 30, 20, 10, 5 and 0 rpm.

The results were as follows:

1) Mean values of the maximal isometric strength of leg extension were 62.96kg in right leg and 62.85kg in left leg, and were found no difference between right and left leg. Superiority in the maximal isometric strength of leg extension wasn't found among four different grades of college, and also wasn't clearly recognized among four different positions in soccer. The maximal isometric strength of leg extension wasn't closely related with the different skill levels.

2) As to the isokinetic strength of leg extension, no difference was found among four different grades of college, but the difference between right and left leg was found significantly at the speeds of 10, 20, 30 and 40 rpm. The isokinetic strength of leg extension at the speeds of 5 and 50 rpm was found the significant difference among four different positions in soccer. That of GK at respective measuring speeds was the highest, and that of MF was the lowest. The isokinetic strength of leg extension at the low speeds of 5 and 10 rpm was closely related with the different skill levels.

3) The leg extension power reached a peak at the speed of 35 rpm. With regard to position features, the difference was clearly recognized in the leg extension power at the speeds of 5 and 50rpm, and the leg extension power of FW and DF was less decreased at the speed of 50 rpm than that of MF. The leg extension power of the players of high skill level was higher than that of low skill level at the low speeds of 5 and 10 rpm.

### I 緒言

サッカーの主要技術であるキックについて運動学的方面からの研究は多くなされている<sup>1)2)4)12)</sup>。キック動作が全身的运动である事はいうまでもないが、特に脚部の動作が重要である。中でも、膝関節を中心とした脚伸展力は、キックの強さを左右する上で決定的要素となる。このサッカー選手の脚伸展能力に着目し、研究がなされたのは戸苺

によるもので(1968)<sup>11)</sup>、ユース日本代表候補選手の体力についての報告であった。

その後、サッカー選手の脚伸展能力は戸苺らによって(1979)<sup>13)</sup>、(1980)<sup>14)</sup>、研究が進められた。しかし、これらの研究は日本代表選手及びその候補、あるいは日本リーグなどの日本におけるトップクラスの選手で、特殊な層の対象者であった。また、測定機器に関しても必ずしも一般的なものではなかった。

等速性筋収縮のトレーニング効果をふまえ、

\*筑波大学大学院博士課程体育科学研究科

Cyber II machineが考案されてから、多くのスポーツ種目がこれを利用し、測定やトレーニングを行っている。例えば、菊地らによる陸上競技ジュニア選手に関するもの(1983)<sup>8)</sup>、水泳選手に関するもの(1980)<sup>6)</sup>(1981)<sup>7)</sup>、根本らのスピードスケートに関するもの(1984)<sup>9)</sup>、(1984)<sup>10)</sup>、吉松らのスキー選手に関するもの(1980)<sup>16)</sup>などがある。

これらは等速性筋収縮のトレーニング効果について研究されたもので、サッカーでは、これまで最大脚伸展力の測定にとどまり、最近、戸苺らが(1983)<sup>15)</sup>、等速性筋出力とボールスピードとの関係について検討を加えているものの、まだまだトレーニングなどに活用する段階には至っていない。

サッカーにおいて、脚伸展運動が重要な運動形態であるからには、Cyber II machineを用いた測定やトレーニングが多くなされる必要があるのではないだろうか。

## II 目的

本研究は、まだ未開発といえるサッカー選手の脚伸展能力について、その最高値及び種々の等速性筋出力を測定することにより、サッカー選手の脚伸展能力の特性を明らかにし、今後のトレーニングに役立てることを目的とした。

## III 方法

対象は、T大学サッカー部昭和57年度所属の67名についてであった。学年構成は1年14名、2年16名、3年18名、4年19名で、サッカー競技年数は平均 $9.4 \pm 2.6$ 年で、最長が14.6年、最短が3.4年であった。また、この中には全日本代表選手2名、日本学生代表選手3名、日本ユース代表選手5名が含まれていた。

測定項目は、脚伸展能力としてCyber II (Lumex製)を用い、角速度0(0rpm, 最大脚伸展力), 30(5rpm), 60(10rpm), 120(20rpm), 180(30rpm), 210(35rpm), 240(40rpm)及び300(50rpm)度/秒において、座位姿勢で下肢の膝関節を90度に保ち、左右の脚についてそれぞれ1回ずつ測定した。なお測定項目は、最大脚伸展力、等速性脚伸展力及び脚伸展パワー等である。発揮したトルクは、レコーダーに記録したトルク曲線のピーク値を採用した。

測定は、昭和57年9月28日から10月8日まで、筑波大学体育科学系球技実習室で行った。

また、被検者のサッカー技能レベルの評価(以下グレードと称す)は、T大学のサッカー部を指導する監督、コーチ及びOBの5名によって、上級、中級、下級の3段階に区分して行った。全国の大学のトップレベルに評価されると思われる者を上級とし、それにつぐ者を中級とし、平均以下を下級とした。その内訳は、上級12名、中級18名、下級37名であった。

ポジションについては、測定時にプレーしていたポジションを採用した。複数のポジションを行っていた者が5名おり、それらは不明とした。その内訳は、フォワード(FW)20名、ミッドフィールダー(MF)19名、ディフェンダー(DF)18名及びゴールキーパー(GK)5名であった。

学年別、ポジション別、グレード別の値は、最大脚伸展力の左右の値の大きな方を採用した。

なお、これらについての結果の統計的処理は、一元配置分散分析及び対応のない場合のt検定を、左右差については、対応のある場合のt検定をそれぞれ用いて行った。

## IV 結果と考察

### 1. 最大脚伸展力について

表1は、全員の最大脚伸展力について集計したものである。戸苺ら<sup>13)</sup>の一流サッカー選手の体力で示された最大脚伸展力と比較すると、全体の平均でやや劣る。しかし、日本のトップリーグである日本リーグのそれぞれのチーム平均と比較してみると中位に位置し、現在の大学サッカー選手が最大脚伸展力において日本リーグの選手に劣るものではないことがわかった。ただし、フジタ工業チームが示した右 $81.6 \pm 10.4$ kg, 左 $77.8 \pm 15.5$ kgとはかなり差があり、まだ向上の余地が充分にあると思われる。また、今回の結果では、最大脚伸展力において左右差は認められなかった。さらに、最大値については比較する値がみあたらないが、右

Table 1. Maximal isometric strength of leg extension.

Leg	Right (kg)	Left (kg)
Mean	63.0	62.9
S. D.	12.25	11.34
Range	41.5-101.7	40.1-98.8



Table 3. Isokinetic of leg extension.

rpm	N	Right		Left		Significant
		X (Nm)	SD	X (Nm)	SD	
50	69	63.5	14.04	61.1	15.35	n. s.
40	70	87.8	16.10	83.0	14.98	*
35	70	103.5	17.12	97.1	18.56	n. s.
30	70	120.5	20.50	114.2	19.56	*
20	70	157.4	24.69	147.8	22.14	*
10	70	201.0	33.19	193.2	33.87	*
5	69	221.0	43.87	216.0	42.83	n. s.
0	66	221.7	48.06	221.3	44.18	n. s.

\*P<0.05

表3は、等速性脚伸展力の左右差の比較を示したものである。各運動速度とも左脚に比べて右脚の方が大きな値を示す傾向があり、10, 20, 30, 40, rpmにおいては統計的にも有意な差であった。このことは、静的な筋力と考えられる最大脚伸展力で明らかな左右差を示さなかったが、実際のキック動作により近いと考えられる動的な筋力発揮で左右差が認められたことを意味し、興味深い。

ポジション別 (図2, 表4)では、5 rpm及び50 rpmにおいて、各ポジション間で統計的に有意な差が認められたが、すべての運動速度においてGKが最上位を示し、その反対にMFが最下位を示す傾向にあり、統計的にも5及び50rpmの他に、10, 20 rpmにおいても両者は有意な差を示した。GKが最上位であるのは、ゲーム中ポジション的に危険な状態に身体を投げ出すため、強靱な体力を持たな

ければならないことから、言い換えれば、体力の全面的発達が要求されるポジションであることから常に体力向上のトレーニングを行っている成果であると思われる。また、MFは力よりも技が中心の選手が多いことから、このような結果となったと思われる。しかし、他のポジションの者もGKと

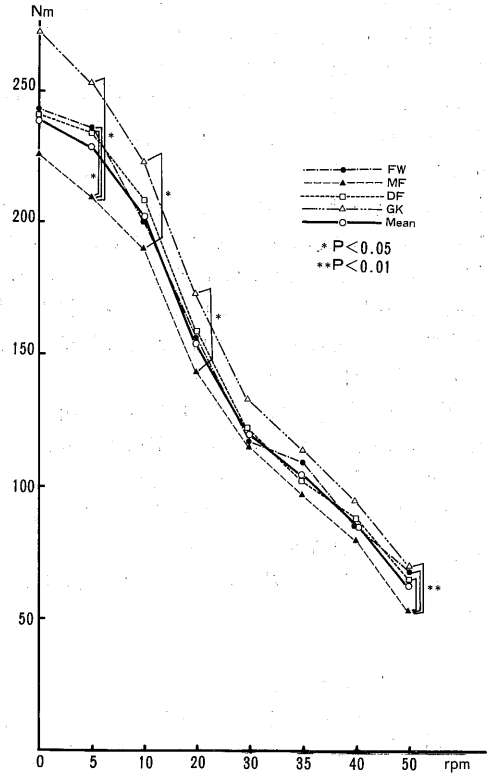


Fig. 2. Isokinetic strength of leg extension among four different positions in soccer.

Table 4. Isokinetic strength of leg extension among four different positions in soccer.

rpm	0		5		10		20		30		35		40		50	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
FW	241.5	48.12	234.9	43.12	204.1	36.55	156.1	30.58	117.1	26.56	109.2	27.15	85.8	18.72	67.9	19.40
MF	225.1	37.63	208.7	34.01	189.7	29.11	143.4	14.01	115.1	17.84	97.4	13.33	79.7	12.15	53.2	11.27
DF	240.4	53.51	233.9	45.37	207.8	30.09	158.2	24.21	121.1	17.15	103.4	15.19	88.3	16.86	65.5	13.92
GK	272.4	42.63	253.1	52.63	223.4	36.46	172.9	27.24	133.5	26.56	114.0	24.01	95.3	21.27	70.1	14.01
Mean	238.6	46.45	228.1	41.94	202.3	32.54	154.2	24.30	119.0	21.56	104.3	20.09	85.4	16.66	62.8	15.29
Significant	n. s.		*		n. s.		n. s.		n. s.		n. s.		n. s.		*	

\*P<0.05

Table 5. Isokitic strength of leg extension among groups of different skill level.

		(Nm)															
Skill level	rpm	0		5		10		20		30		35		40		50	
		- X	SD	- X	SD	- X	SD	- X	SD	- X	SD	- X	SD	- X	SD	- X	SD
High level		249.2	52.72	243.7	39.79	216.9	31.07	161.7	25.19	125.6	22.93	107.2	22.44	91.4	19.70	68.9	22.34
Middle level		244.8	45.86	240.3	43.02	211.0	31.85	155.0	24.89	120.6	22.25	102.1	17.44	86.2	17.93	64.2	13.92
Low level		231.8	43.51	215.0	40.47	193.6	31.07	151.9	24.89	116.4	21.07	104.5	21.36	83.9	15.97	60.9	14.70
Mean		238.3	45.86	227.0	41.06	202.4	31.26	154.5	24.89	119.2	21.66	104.4	20.58	86.0	17.15	63.2	16.07
Significant		*		*		n. s.		n. s.		n. s.		n. s.		n. s.		n. s.	

\* < 0.05

同等のトレーニングを積み重ねればGKの値までは向上する可能性があると言える。特に、ゲームの構成や展開を主たる任務とするMFが脚伸展力をもっと向上させ、キック力を伸ばしたならゲームの様相も変わる可能性がある。

グレード別 (図3, 表5) に見ると、すべての運動速度において、下級レベルよりも上級レベルの方が大きな値を示す傾向にあったが、50~20rpmという高速から中速の運動速度では各グレード間で大きな差を示さなかった。しかし、10rpm以下の低速になると各グレードとの間にははっきりした差が認められ、これは統計的にも有意な差であった。このことから、最大脚伸展力では、はっきりとした技術レベルの違いは認められなかったが、等速性筋力においては低速時でその差がはっきりとあらわれ、上級選手の育成には、サッカーの基礎的能力として低速における脚伸展力の向上が不可欠であることが示唆された。さらにスキルとの関係においても、戸苅ら<sup>15)</sup>は、等速性筋出力とボールスピードとの関係を検討し、両者の間には高い相関が認められ、その中では相対的に低速で最も高い相関係数を示したことを報告しており、今回の結果と合わせて考えると、キックというスキルに対しても影響を及ぼすものと推察された。

以上、等速性脚伸展力について述べてきたが、前述したとおり静的な筋出力と考えられる最大脚伸展力については、左右差、ポジションの特性、技術レベルでの差異には明確な傾向を示すにいたらなかったのに対し、より実際の動作に近いと考えられる等速性脚伸展力 (動的な筋出力) では、それぞれ各項目に差異が認められたことは興味深い点と考えられ、合わせて、一定スポーツ経験が

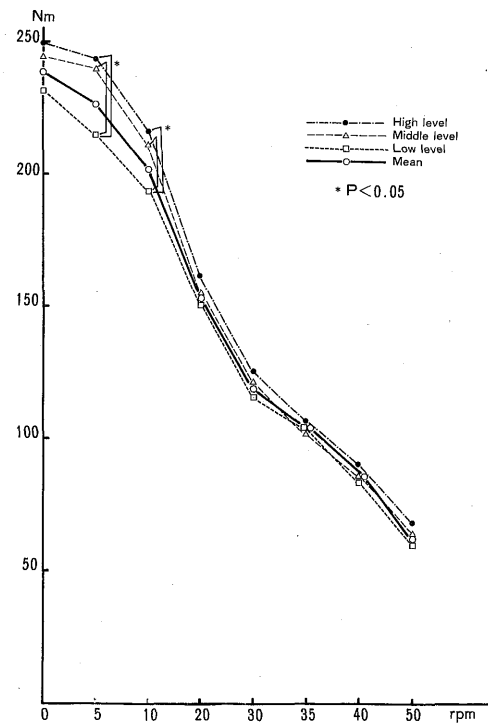


Fig. 3. Isokinetic strength of leg extension among groups of different skill level.

長いほど、そのスポーツ特性が等速性筋力にも表われてくるという菊地ら<sup>9)</sup>の報告を支持するものと考えられた。

### 3 脚伸展パワーについて

一般に脚伸展パワーは、脚伸展力に速度を乗じた値であり、単位時間にどれだけの仕事を行ったかという指標である。Coyleら<sup>3)</sup>は、等速性筋力に

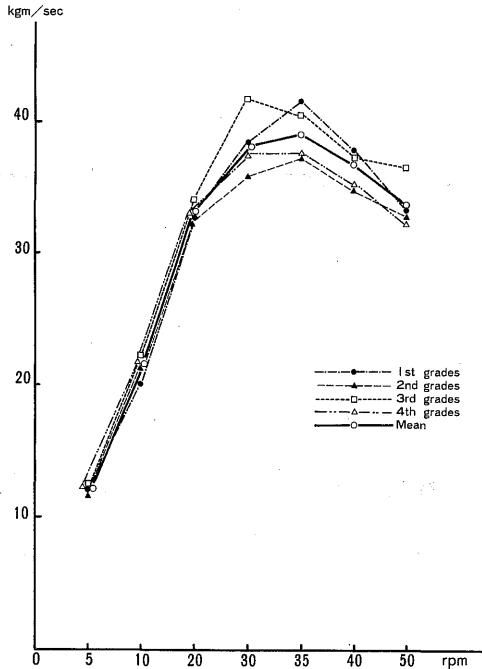


Fig. 4. Leg extension power among four different grades of college.

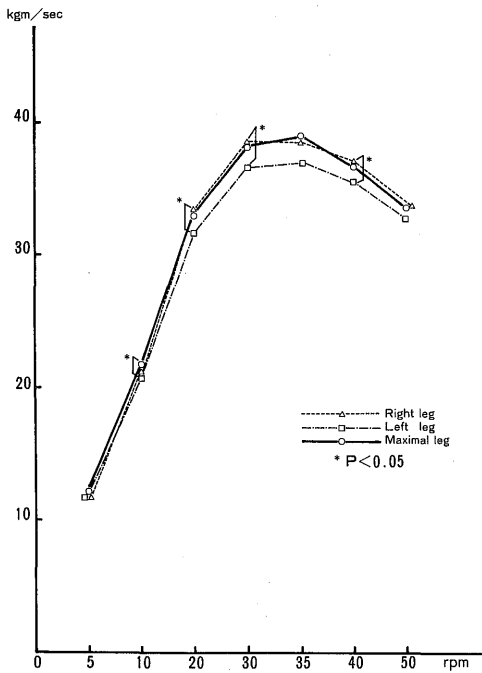


Fig. 5. Leg extension power.

おいても同様の考え方を用いて、等速性筋出力(ピークトルク)×測定速度の値を求め、パワーの指標として扱っている。そこで、我々も今回この方法に準じてパワーの指標と考えられるこの値(以下脚伸展パワーと称す)と速度との関係、つまり速度変化に対する脚伸展パワーの変化、言い換えれば脚伸展パワー曲線等についての検討を行った。

図4は、各学年別の脚伸展パワーについて示したものである。各学年の最大脚伸展パワーの出現速度は、3年生を除いて35rpmとなり、その曲線パターンにも大きな差を示すような傾向は認められなかった。また、左右差及びどちらか大きな方の値(図5)についても同様であった。このことは、今回のサッカー選手の最大脚伸展パワーの発現は、35rpm付近にあると言える。また、この付近において、学年別では統計的に有意差は認められないものの、絶対値にばらつきを示す傾向が認められ、左右差についても、その差が大きくなるような傾向を示すことから、35rpm付近が、サッカー選手について何か意味をもつものかもしれないが、はっきりしたことはわからない。

ポジション別(図6)にみると、等速性脚伸展

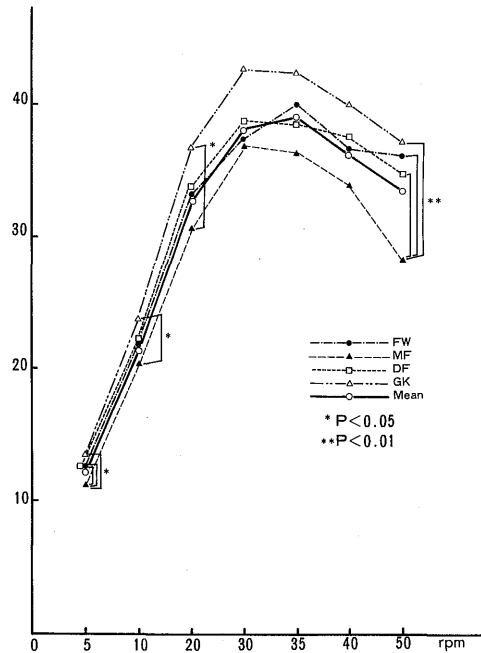


Fig. 6. Leg extension power among four different positions in soccer.

力と同様5及び50rpmにおいて、各ポジション間で統計的に有意な差が認められ、すべての速度においても、GKが最上位を、MFが最下位を示す傾向が認められ、統計的にも5、50rpmの他に、10及び20rpmにおいて、GKとMFとの間では有意差が認められた。このようなローギアでのパワーに差が認められる傾向は、戸茱ら<sup>13)</sup>の報告と一致した。また今回は、ローギアだけでなく、ハイギアの方でもそのような傾向が認められ、その差は、むしろハイギアの方で大きくなるような傾向であった。また、30rpm以上のミドルからハイギアのパワー曲線についてしてみると、FM及びDFは、MFに比べて、ピーク値を30~35rpmでむかえてからのパワーの低下が少ない傾向を示した。これは、30~35rpmでは各ポジション間に統計的な有意差が認められないが、50rpmではFW及びDFとMFとの間に有意差が認められることから明らかである。GKは、ローギアからハイギアまで高い能力が必要なポジションと考えられるが、合わせて、FWやDFは、キックや動作のすべての面でもスピードが非常に要求されるポジションであり、今回の結果は、各ポジションの特徴を良く表していると考えられる。

グレード別(図7)にみても、等速性脚伸展力と同様、10rpm以下のローギアのパワーにおいて、各技術レベル間で統計的に有意な差が認められ、他のすべての速度においても、統計的には有意差が認められないものの、下級レベルより上級レベルの方が常に大きな値を示す傾向にあった。これは、戸茱ら<sup>13)</sup>の正選手と補欠選手との間で差が認められなかったという報告とは異なる結果であった。これについては、戸茱らの被検者が日本リーグの選手であり、今回の被検者とはその質が異なるためと考えられる。また、上級と下級レベルとの差は、統計的には有意な差ではないが、30rpm以上のミドルからハイギアのパワーになるにつれて、ローギアのパワーでの差に比べ大きくなるような傾向を示した。上級のレベルでは、より高いスピードでのプレーが要求されることから、今回のこのような傾向は妥当な結果ではないかと考えられる。合わせて、トレーニングの面からも、上級選手の育成には、前述の等速性の脚伸展力での低速における力発揮のトレーニングとともに、高速でのパワー発揮のトレーニングも合わせて行う必要のあることを示唆するものである。

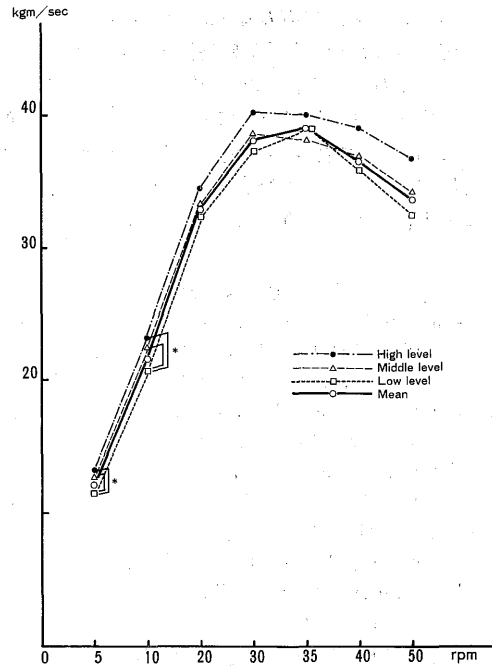


Fig. 7. Leg extension power among groups of different skill level.

## V まとめ

サッカー選手の脚伸展能力を検討するためCybex II (Lumex製)を用い、大学生67名を対象に測定を行い、最大脚伸展力、等速性脚伸展力及び脚伸展パワーについて検討した。

結果は以下に示す通りである。

- 1) 最大脚伸展力は、平均右63.0、左62.9kgとなり、左右差及び学年間に差はなく、ポジション別、技能レベルとの間にも明確な関係はなかった。
- 2) 等速性脚伸展力は学年別では差がなかったが、左右差においては、10、20、30、及び40rpmの速度で、右脚の方が左脚に比し有意に大きな値となった。ポジション別では5及び50rpmにおいて各ポジション間に有意な差が認められ、全ての測定速度において、最高はGK、最低はMFであった。技能レベル別では5、10rpmといった低速で各技能レベル間に統計的な有意差が認められ、上級レベルの方が、下級レベルに比べて高値を示した。
- 3) 脚伸展パワーの発揮は、35rpmの速度で最高を示した。ポジション別では5及び50rpmにおいて

各ポジション間に有意な差が認められ、全ての測定速度においてGKが最高値を、MFが最低値をそれぞれ示した。また、FW及びDFは、MFに比し中・高速で脚伸展パワーの低下が少ない傾向にあった。技能レベル別では5, 10rpmといった低速において、上級レベルの者は、下級レベルの者に比べて有意に大きな値を示した。

#### 参 考 文 献

- 1) 阿部三亥他：インステップキックのフォームに関する研究—特に膝と足首の伸展について—。スポーツ科学研究委員会研究報告書：1-8, 1963.
- 2) Cooper, J. H. and R. B. Glasson: Kinesiology, The C. V. Mosby Company, 1972.
- 3) Coyle, E. D. et al: Leg extension power and muscle fiber composition. Med. Sci. Sports, 11(1): 12-15, 1979.
- 4) Jansen, C. R. and G. W. Schultz: Applied Kinesiology, McGraw-Hill, 1970.
- 5) 金久 博他：アイソキネティックによるトレーニング, 体育の科学, 28(12): 870-874, 1978.
- 6) 菊地邦雄他：水泳選手の体力に関する研究 第5報 等速性筋収縮からみた動的筋持久力の特性, 体力科学, 29(4):278-279, 1980.
- 7) 菊地邦雄他：水泳選手の上肢と下肢の等速性筋力, 日本体育学会第32回大会号：4094,1981.
- 8) 菊地邦雄他：陸上競技ジュニア選手の等速性筋力の特性, 日本体育学会第34回大会号：4061,1983.
- 9) 根本 勇他：スピードスケートのトレーニング, 日本大学スケート部の陸上トレーニング(1), 月刊トレーニングジャーナル8月号：55-58, 1984.
- 10) 根本 勇他：スピードスケート選手の等速性筋出力の競技成績との関係, 日本体育学会第34回大会号：4036, 1984.
- 11) 戸荻晴彦：ユース日本代表候補選手の体力について, サッカー 83：35-39, 1968.
- 12) 戸荻晴彦：キックのスピードとフォームについての研究, 東京大学教養学部体育学紀要5：5-12, 1970.
- 13) 戸荻晴彦他：一流サッカー選手の体力について, 東京大学教養学部体育学紀要13：33-42, 1972.
- 14) 戸荻晴彦他：ワールドユースサッカー日本代表候補選手の体力とトレーニング効果について, 東京大学教養学部体育学紀要14：31-40, 1980.
- 15) 戸荻晴彦他：サッカーのキックに関するバイオメカニックス的研究, デサントスポーツ科学, 4：241-250, 1983.
- 16) 吉松俊一他：スキー選手の基礎体力について, 体力科学, 29(4): 279-280, 1980.