

# 運動部所属女子高校生の体型

## (1) 特に身体構成の比較について

豊島慶男

On the Relationship between Sports and Somatotypes in High School Girls

(1) With Special Reference to the Body Composition

Yoshio TOYOSHIMA

(昭和56年10月31日受理)

In a girls' high school of Akita City, pupils who belonged to the sports clubs of naginata (halberd), volleyball and handball were measured of their somatotypes, and the average values and their changes for 6 months period were compared among the groups and with kana-typewriting club as the control. The results were described below.

1) The subjects of the sports clubs were exceeded compared with the average physiques of the same age groups of Japanese and Akita girls, but the control subjects situated within the averages.

2) Increase in body height was smaller than those of body weight and chest girth. Among the club, there was no difference in the increase rate of body weight, but the handball group showed highest increase in chest girth.

3) In Rohrer's index, the naginata club showed the largest increase.

4) Increase in combined skinfolds was observed in all the sports groups, whereas the control group showed 12% decrease in this item.

5) Values of lean body mass also were high in all the sports clubs compared with that of the control.

6) Development of muscles shown as the arm and the thigh girths excluding the subcutaneous fat layer was larger for all the sports clubs than the control group. However, the relationships of the muscle developments with arm and the thigh were different by the sports; increases were larger in arm for the naginata club, in thigh for the volleyball club, and almost the same in arm and thigh for the handball club.

### はじめに

体構成とはヒトがどのような組織や器官、あるいは分子や元素によって構成されているかと云うことであって、その研究目的は構成要素を定量的に明らかにしたり、その相対的比率を求めることである<sup>1)</sup>。

体構成測定の意味について、長嶺<sup>2)</sup>らはスポーツマンと非スポーツマンの体構成の比較に関する研究で、従来の生体計測が体の重さ、長さ、囲りを計測する形態的観察法であるのに対して、生体を脂肪組織や活性組織の構成的面より質的に分析評価しよう

とするところにあると述べている。

筆者は、運動の種類や鍛練が発育期にある青少年の身体の発育・発達に及ぼす影響を明らかにすることを目的に、競技種目別による体格・体型・体構成の特徴や、発育の季節差に関する研究を継続して行なっている。

既に運動部所属の男子学生の体型について、34項目にわたる身体計測値および体格指数の4ヶ年間の追跡調査を試み、その成績について報告した。<sup>3,4,5)</sup>

本研究は、身体の発育・発達に及ぼす運動の関与度や、競技種目別特徴および発育の季節差における

## 運動部所属女子高校生の体型

性差について明らかにする目的で、運動部に所属する女子高校生を対象として継続的観察をつづけているものであり、今回はその一期間における各運動部間の身体構成の変動を比較した成績について報告する。

## 研究 方法

## 1 対 象

被検者は、1978年から1980年までに高校（秋田和洋女子高校）に入学した女子生徒で、なぎなた・バレーボールおよびハンドボールの各運動部に所属する選手で、入学時より継続的にトレーニングを行っているものであり、対照群としては、文化部である仮名タイプ部に所属する生徒をとった。

種目別の観察測定人員は、なぎなた29人、バレーボール26人、ハンドボール24人および対照の仮名タイプ47人である。

## 2 調査測定項目とその方法

測定項目は身長、体重、胸囲と上腕・前腕・大腿・下腿囲および皮下脂肪厚（上腕部、背部、腹部、大腿部）である。皮下脂肪厚の測定には榮研式の皮脂厚計を用いて計測した。

以上の項目を年間3回（6月、10月、2月）、各月20日を測定日として選定し、20日が日曜または行事などに重なった場合はその翌日に測定することとし、各部とも全部員の測定を行うようにした。なお、測定誤差を少なくするために常に同一検者が測定するよう配慮し、測定項目についても事前によく理解させ、実際の機器を使用しての予備測定も実施した。

また、体構成の比較にあたっては上記形態計測値より、ローレル指数、ベルベック指数、Combined skinfold、体密度、体脂肪比、活性組織量、比活性組織量、筋肉発達度（上腕および上・下肢）など体格指数を算出し処理した。なお年間3回の計測値のうち、今回は1回目（1980年6月）および3回目（1981年2月）の測定値の変動を各群ごとに平均値で示した。さらに各運動群および対照群の1回目の測定平均値を100%とした場合の、3回目の測定平均値の変動百分率を増加率として示した。従って、減少の場合は負の増加率となる。

## 測定結果ならびに考察

## 1 形態計測 (Body Measurements)

Table 1.およびFig. 1.~Fig. 3.に示すように、形態面での発育度においては、全般的に若干の伸びがみられるが、身長は体重や胸囲に比して運動群、対照群のいずれにおいても低い増加率にとどまっている。ハンドボール群において体重、胸囲の増加がみられるが、なぎなた群および対照群は身長に、バレーボール群は胸囲において変動がみられなかった。

井関<sup>6)</sup>らによれば、女子の身長の伸びの著しい時期は、小学4年から小学6年まですなわち9才から11才までの間であり、中学1年以降は年間増加量が年々減少していく傾向がみられる。また、体重において増加の顕著な時期は身長と同様、女子では小学5・6年頃がそのピークで、それ以降は年々増加率の減少を示すと報告されている。

本研究で対象となった被検者群は15才から18才までの女子生徒であるが、形態発育面での女子のパターンから推測すると、年間増加量はほとんど期待できない年代であると思われる。

ただし、同じ年代（15才~17才）における全国的統計資料<sup>7)</sup>との比較によれば、全国平均および秋田県平均においては、身長（全国値156.6±5.16、秋田県値157.2±4.89）、体重（全国値52.0±6.86、秋田県値52.8±6.65）、胸囲（全国値81.4±5.06、秋田県値81.8±4.85）となっており、これらに比し被検者群は高い水準に位置していると云える。

## 2 体格指数 (Somatotype Index)

身体計測値をもちいて算出された体格指数およびその増加率を、Table 1・2、Fig. 4.~Fig. 12.に示した。

ローレル指数 (Rohrer's index) においては、なぎなた群、ハンドボール群および対照群において増加率が小さく、バレーボール群においては変動がみられなかった。また、ベルベック指数 (Vervaeck's index) においても同じ傾向がみられた。

井関<sup>6)</sup>の研究によれば、女子では小学5・6年頃まではローレル指数は減少傾向を示すが、以後は年令の増加とともに上昇の傾向を示すとあるが、これは思春期において身長の伸びが少なくなり、その割に体重の増加度が大きいことを示すもので、発育にしたがい年とともに減少する男子の思春期にみられる特長的なパターンとは逆の現象であることを示し

Table 1. Mean values of body measurements and indices of somatotypes in the followup study of high school girls belonged to the sports clubs. (M ± S.D.)

Items	Group N Year	Control		Athletes					
		Kana-Typewriting		Naginata		Volley Ball		Hand Ball	
		47		29		26		24	
		June 1980	February 1981	June 1980	February 1981	June 1980	February 1981	June 1980	February 1981
Body height (cm)	156.95 ± 4.25	156.92 ± 6.73	157.94 ± 2.50	158.09 ± 5.72	159.63 ± 4.16	160.48 ± 4.29	157.90 ± 19.58	158.74 ± 15.23	
Body weight (kg)	50.00 ± 7.39	50.85 ± 7.81	53.68 ± 6.76	54.79 ± 4.51	56.34 ± 4.80	57.21 ± 3.69	51.86 ± 16.07	54.42 ± 14.65	
Chest girth (cm)	81.80 ± 6.81	82.97 ± 6.55	83.74 ± 4.43	84.19 ± 4.36	84.17 ± 1.59	84.06 ± 3.10	81.63 ± 15.68	83.58 ± 14.36	
Rohrer's index	129.26 ± 16.87	131.48 ± 16.30	136.17 ± 16.22	138.61 ± 14.33	138.90 ± 13.72	138.74 ± 14.63	131.19 ± 28.07	135.62 ± 27.29	
Vervaeck's index	83.96 ± 8.09	85.25 ± 7.80	87.00 ± 6.79	87.91 ± 5.96	88.06 ± 4.36	88.05 ± 3.41	84.46 ± 17.21	86.87 ± 16.10	
Combined skinfold (mm)	42.28 ± 15.07	37.19 ± 11.03	47.01 ± 13.09	49.77 ± 17.35	35.14 ± 4.76	39.09 ± 7.74	32.34 ± 15.15	36.26 ± 17.81	
Body density	1.046 ± 0.055	1.052 ± 0.022	1.040 ± 0.040	1.037 ± 0.033	1.054 ± 0.043	1.049 ± 0.023	1.057 ± 0.073	1.052 ± 0.065	
Body fat (%)	22.85 ± 7.07	20.16 ± 5.21	25.14 ± 5.66	26.32 ± 8.55	19.36 ± 1.19	21.21 ± 3.04	18.03 ± 7.79	20.01 ± 8.03	
Lean body mass (kg)	27.14 ± 10.11	30.69 ± 7.62	28.54 ± 8.05	28.47 ± 5.40	36.97 ± 6.88	36.00 ± 5.08	33.83 ± 10.03	34.40 ± 8.74	
Relative lean body mass (g/cm)	17.24 ± 6.27	19.48 ± 4.46	18.04 ± 5.02	17.98 ± 3.30	23.16 ± 4.26	22.43 ± 3.20	21.38 ± 5.60	21.62 ± 4.87	
Lean arm muscle (mm)	61.17 ± 11.56	63.36 ± 8.88	63.89 ± 9.21	63.99 ± 3.74	68.40 ± 7.10	67.31 ± 6.49	64.56 ± 10.31	65.34 ± 11.84	
Lean arm & leg muscles (mm)	189.13 ± 22.55	192.98 ± 22.48	196.28 ± 25.70	191.24 ± 15.35	208.58 ± 20.80	209.21 ± 24.00	200.42 ± 44.67	210.50 ± 35.91	

ている。

また、同じく井関<sup>6)</sup>の報告によると、上記のパターンも地域的にみれば都市と農山村とは大きな開きが見られ、男子ほどではないが、小学生の年代ではやはり都市の方が高く、農山村の女子が低い値を示している。それが中学生の年代で逆転がおり、以後急速に増大し、中学2年では農山村女子が最も高くなり、その後それが持続される傾向にあるとしている。本研究の被検者群においても、秋田市近郊の農村地域から通学している生徒が多いので、傾向的には体重優越型を示すものと思われる。実測値でもわかるように、ローレル指数においてはなぎなた群にその状態が顕著である。

Combined skinfoldにおいては、運動群においていずれも増加率が高く、とくにハンドボール群およびバレーボール群では11~12%の増加を示している。また、なぎなた群ではオフ・シーズンによる影響もみられるが、概して皮下脂肪量が多く、運動群中唯一の全国的な平均値<sup>8)</sup>を上回る数値を示している。対照群においては、運動各群とは逆に負の増加率を示しているが、これは対照群の1年生での初回の測定値が大きいことによるもので、部位的にはとくに背部で大きい。しかし、それも2回目以降は2・3

年生と同じ程度の数値に減少している。

体密度 (body density) は回帰式<sup>9)</sup> [女子 (15才~18才)]  $D = 1.0931 - 0.00160 \times [(x) \text{は上腕皮脂厚と背部皮脂厚の和}]$  から算出したが、バレーボール群およびハンドボール群において高く、なぎなた群においては低い数値が示された。これは、バレーボール群、ハンドボール群は体脂肪の割合が少なく、活性組織の割合が大であることを示している。また、一般にローレル指数の低いものは体密度が高いと云われているが、バレーボール群のようにローレル指数が大きいにもかかわらず体密度の高いものもある。ローレル指数の高いものは概して脂肪の過剰蓄積による過体重 (脂肥満) 者が多いが、筋肉がよく発達したために体重が増大しいわゆる筋肉タイプのももこれに含まれるからで、スポーツ選手に顕著にみられる例である。

変動率では運動群がいずれも低下し対照群が上昇しているが、これはcombined skinfoldでも触れたように、皮下脂肪厚とくに体密度と相関の高い背部皮脂厚値の増減によるものと思われる。<sup>10)</sup>

次に体脂肪比 (body fat. % Fat) を Keys & Brožek の予知式  $(F(\%) = (4.570/D - 4.142) \times 100)$  を用いて体密度から算出したが、変動率では体密度とは逆

運動部所属女子高校生の体型

Table 2. Mean values of increasing rates of somatotypes during the six months period. (%)

Items	Group N	Control	Athletes		
		Kana-Typewriting	Naginata	Volleyball	Handball
		47	29	26	24
Body height	(cm)	100.0	100.1	100.5	100.5
Body weight	(kg)	101.7	102.1	101.5	104.9
Chest girth	(cm)	101.4	100.5	99.9	102.4
Rohrer's index		101.7	101.8	99.9	103.4
Vervaeck's index		101.5	101.0	100.0	102.8
Combined skinfold	(mm)	88.0	105.9	111.2	112.1
Body density		100.6	99.7	99.6	99.5
Body fat	(%)	88.2	104.7	109.5	111.0
Lean body mass	(kg)	113.1	99.8	97.4	101.7
Relative lean body mass	(g/cm)	113.0	99.7	96.8	101.1
Lean arm muscle	(mm)	103.4	100.2	98.5	101.0
Lean arm & leg muscles	(mm)	102.0	97.4	100.3	104.9

に对照群が著しい低下を示し、運動群が上昇を示している。これは体実質つまり除脂肪体重増大のピークを過ぎると、それ以後の体重の増加には脂肪の蓄積がともなうことを意味するものであろう。

蜂須賀<sup>11)</sup>らも人体密度と体脂肪量の研究で、人体密度はほぼ身長<sup>2</sup>の發育に平行して増大し、体脂肪含有率(体重に対する%)はローレル指数と同様に幼年期から少年期にかけて減少するが、体脂肪の総量では年令とともにやや増大する傾向がみられると報告している。对照群の体脂肪比低下についての現象は、發育ピークの緩遅か、訓練効果か、今後の追求を必要とする課題である。

活性組織量(lean body mass)においては、对照群が最も変動率が高く13%で、ついでハンドボール群が2%弱の増加を示しているが、バレーボール群は逆に3%弱の減少を示している。なぎなた群では変動はみられなかった。

また、これを身長1cm当たりにした比活性組織量(relative lean body mass)では、对照群が17.24であるのに対し運動群では18.04~23.16の値を示し、運動群の活性組織量の大なることを明らかにみることができるとくにバレーボール群において活性組織量は大であった。この身長当たり活性組織量は、筋肉発達度の一標示ともなり、体脂肪の観察とともに体格を質的に分析評価するのに役立つものと考え

る。

また、活性組織量はその50~67%が筋量に相当していると云われているが、トレーニングが身体組成、とくに活性組織量に影響するのは筋力を増すウエイト・トレーニングで顕著であり、全身の持久運動での増量は一般にみられないと云われている。しかし、思春期においては男女とも未だ發育が続いていることや、非運動部員などにみられる運動不足のための現象として、走・歩と云った比較的軽度の日常的運動でも筋肥大をもたらす要因となると考えれば、对照群の変動率増加のような例もありうるかと推察される。

今回の測定成績のみで断定的なことは些か早計の誇りをまねくが、なぎなた群およびバレーボール群においては、他の体構成の変動面からみても發育については一応完了した形態であると判定される。これに対し、ハンドボール群および对照群では鍛練効果もさることながら發育面での緩遅現象もあるものと考えられる。

上腕筋肉発達度(lean arm muscle)の表示は皮脂肪厚計測値を利用し、〔上腕围/π-上腕皮脂肪厚〕の式を用いた。すなわち皮下脂肪層を除いた上腕径として筋肉発達度を推測したが、对照群が61.17mmに対し運動群は63.89~68.40mmと大きく、とくにバレーボール群およびハンドボール群では大であった。増加率

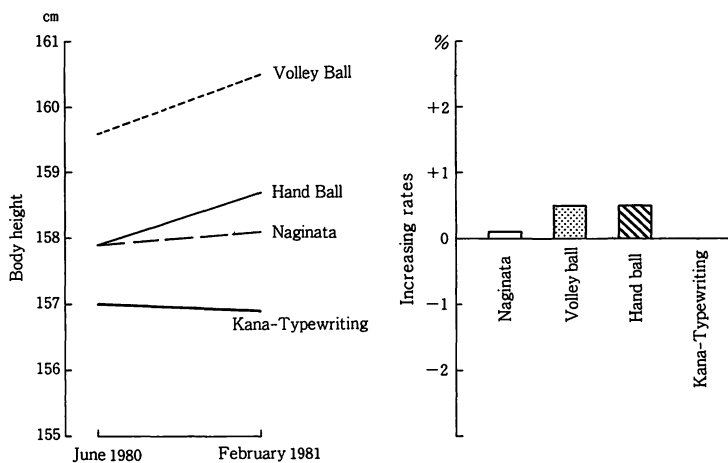


Fig. 1. Mean body height of survey groups and their increasing rates.

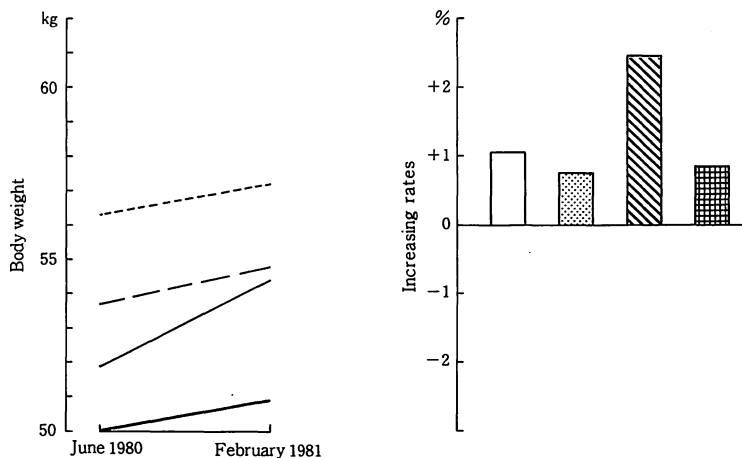


Fig. 2. Mean body weight of survey groups and their increasing rates.

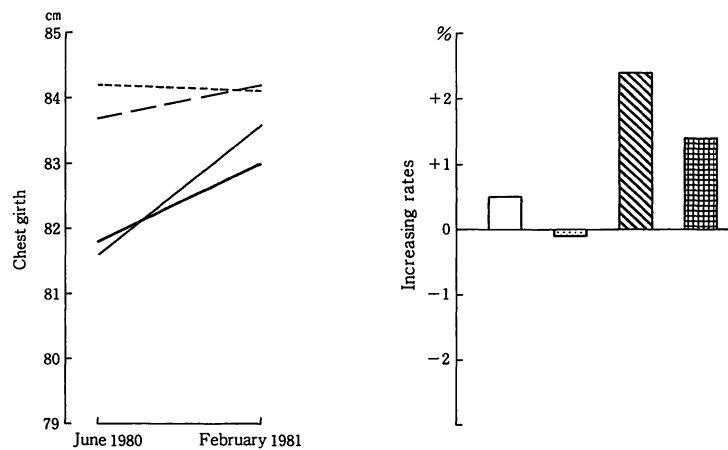


Fig. 3. Mean chest girth of survey groups and their increasing rates.

運動部所属女子高校生の体型

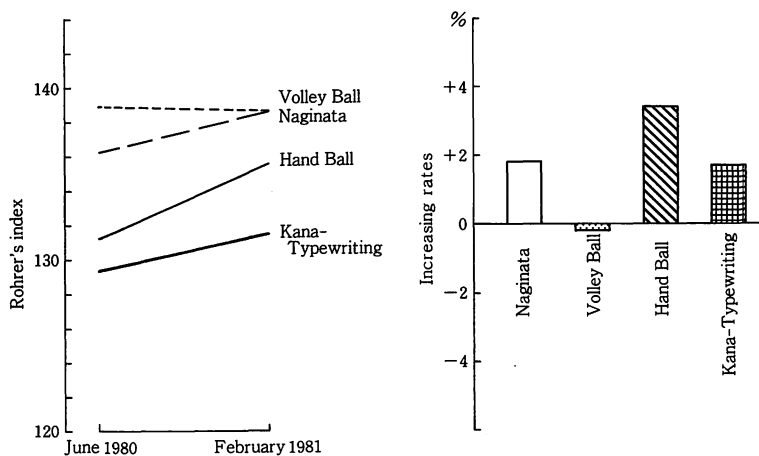


Fig. 4. Mean body Rohrer's index of survey groups and their increasing rates.

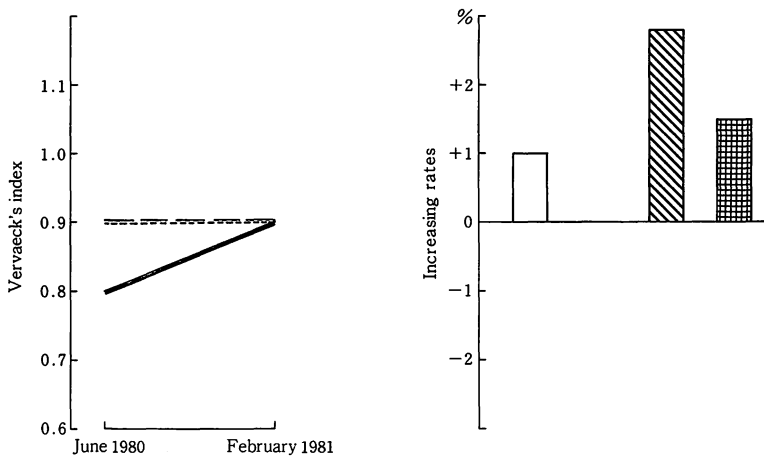


Fig. 5. Mean body Vervaeck's index of survey groups and their increasing rates.

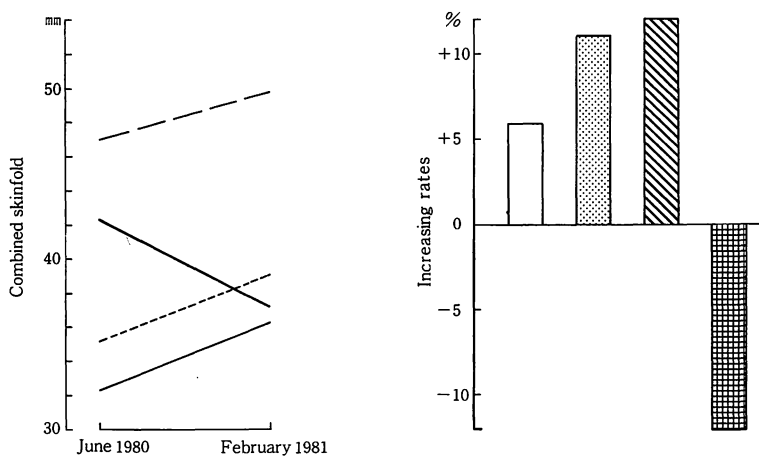


Fig. 6. Mean body combined skinfold of survey groups and their increasing rates.

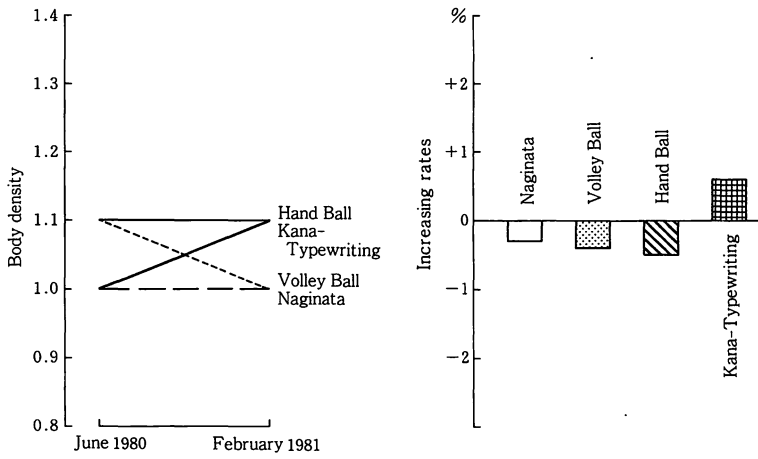


Fig. 7. Mean body density of survey groups and their increasing rates.

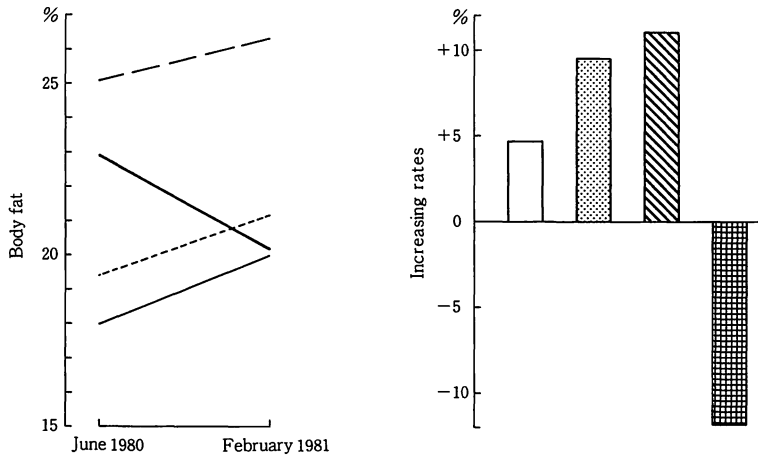


Fig. 8. Mean body fat of survey groups and their increasing rates.

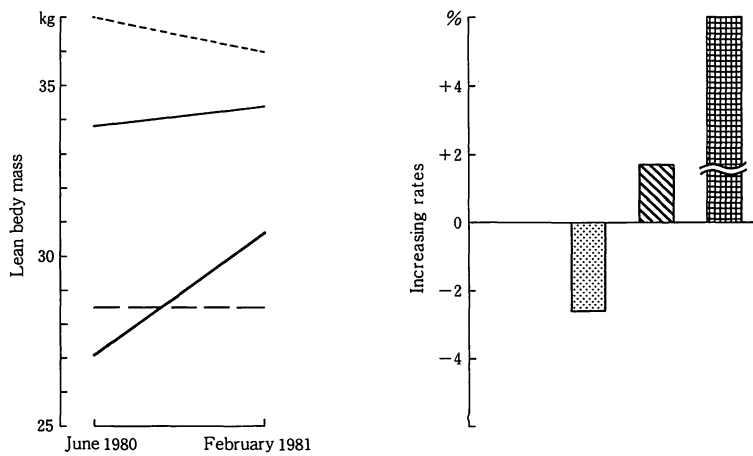


Fig. 9. Mean lean body mass of survey groups and their increasing rates.

運動部所属女子高校生の体型

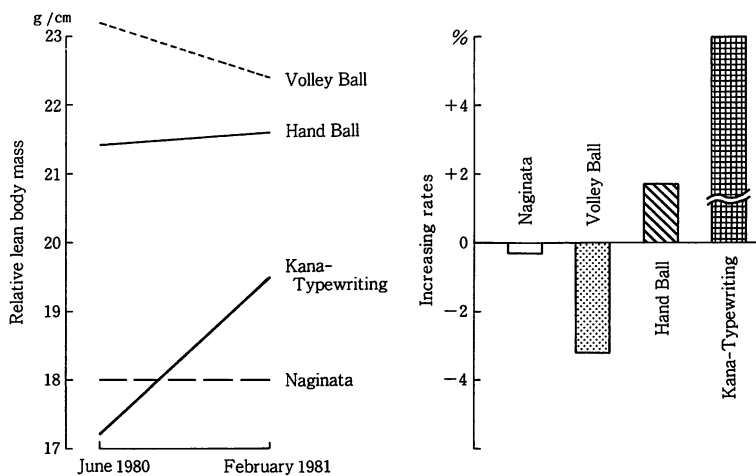


Fig. 10. Mean relative lean body mass of survey groups and their increasing rates.

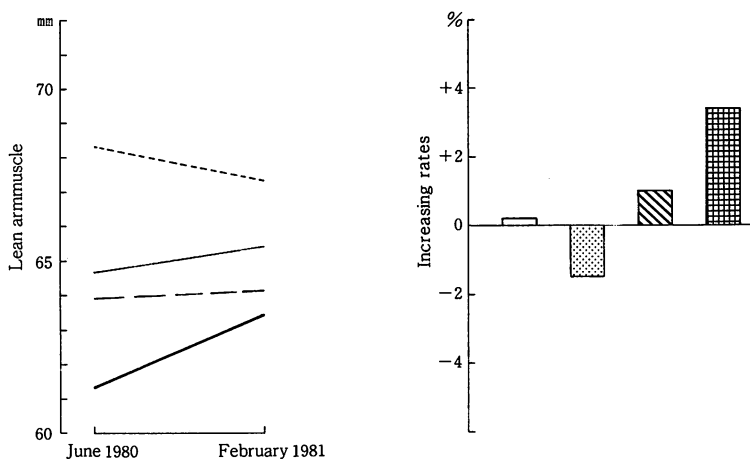


Fig. 11. Mean lean arm muscle of survey and their increasing rates.

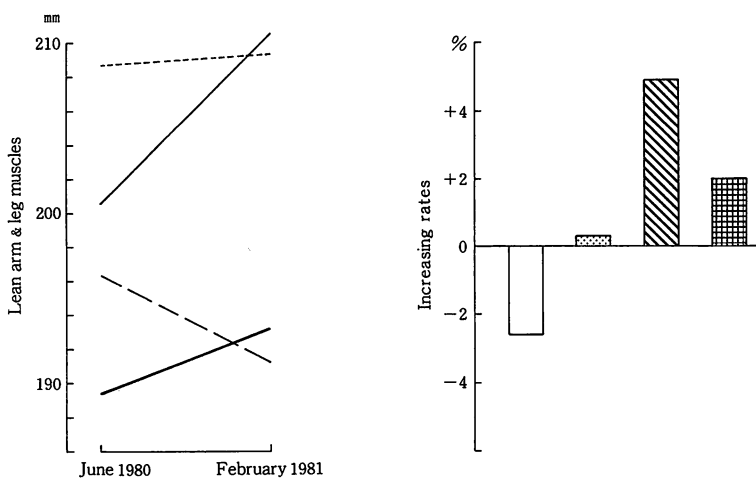


Fig. 12. Mean lean (arm + leg) muscles of survey groups and their increasing rates.



をみると、対照群においては実測値は小さいものの変動が大きく、逆に実測値の大きい運動群では変動はみられなかった。

さらに下肢の計測値も加え、 $\left(\frac{\text{上腕囲} + \text{大腿囲}}{\pi} - (\text{上腕皮厚} + \text{大腿皮厚})\right)$ の式を用いて算出した上・下肢筋肉発達度 (lean arm & leg muscles) においては、対照群が189.13mmに対し運動群は196.28～209.21mmと大きく、上腕筋肉発達度と同様にバレーボール群およびハンドボール群がとくに大である。増加率では対照群が上腕筋肉発達度と同じくやはり大であるが、ハンドボール群がとくに5%と高い増加をみたことは競技種目による特徴と思われる。すなわちトレーニング効果による筋量の増加も競技種目によって異なる傾向にあることを示している。成績において観察したように、脂肪組織量、活性組織量および筋肉発達度などの質的分析を通してみると、ハンドボール群は上・下肢ともに発達し、バレーボール群はとくに下肢が、なぎなた群は上肢が比較的発達する特徴をもつものと考えられる。さらに、運動量の高い競技種目ほど筋量の増育と同時に脂肪組織の増量も多いことが推察される。

## ま と め

運動部(なぎなた、バレーボール、ハンドボール)所属および文化部(仮名タイプ)所属の女子高校生126名を対象にして、形態計測および体格指数の算出を行い、身体構成について比較検討を加え、次のような結果を得た。

(1) 研究の対象とした生徒は全国および秋田県における同年令層の生徒に比し、運動群はより優れ、対照群はほぼ平均的であった。

(2) 形態的には身長が体重、胸囲に比し、両群とも低い変動率を示していた。

また、体重においては全般的に、胸囲においてはハンドボール群が高い変動率を示していた。

(3) ローレル指数においてなぎなた群が、身長割に体重の増加度が大きい体重優越型を示していた。

(4) combined skinfoldの変動率で、対照群が37.19mm(12%)と低下したのに対し、オフ・シーズンの運動群は36.26～49.77mm(6～12%)と上昇していた。

(5) 比活性組織量では対照群が17.24に対し運動群は18.04～23.16と高く、活性組織量の大なることを示していた。

(6) 皮下脂肪層を除いた上腕径としての筋肉発達度においては、対照群61.17mmに対し運動群63.89～68.40mm、さらに大腿径を加えた筋肉発達度において

は対照群189.13mmに対し、運動群196.28～209.21mmと運動群の筋肉発達度の割合が高かった。また、これら上・下肢における筋肉発達度は運動群により異なり、運動の種類による発達筋の種類に差のあることが知られた。

本稿を終るにあたり、御指導、御校閲をいただいた秋田大学医学部加美山茂利教授、資料の整理に御尽力くださった本校対馬雅己講師・樋渡久孝技官、測定にあたり種々御助力を仰いだ秋田和洋女子高校工藤良一・菅原貢二・鎌田定明・茂木優子の諸先生ならびに保健室の佐藤俊子先生、また被検者群として対象になった各部の生徒の皆様に対し、ここに記して深甚なる謝意を表します。

(本論文は中間発表として昭和56年9月5日、第29回東北学校保健学会において発表した。)

## 参 考 文 献

- 1) 北川薫：身体組成，体育の科学，28(7)，473-478(1978)
- 2) 長嶺・久我・山川・大島・鈴木(秀)・鈴木(慎)：スポーツマンと非スポーツマンの体構成の比較に関する研究，栄養学雑誌，24(1)，3-8(1966)
- 3) 豊島慶男：運動部所属学生の体型について一特に身体構成の比較一，秋田高専研究紀要，11，104-112(1976)
- 4) 豊島慶男：運動部所属学生の体型(2)季節変動について，秋田高専研究紀要，15，129-137(1980)
- 5) 豊島慶男：運動部所属学生の体型(3)3年間における形態発育の縦断的観察，秋田高専研究紀要，16，108-117(1981)
- 6) 井関・山田・中川・羽間・三野・後藤(幸)・佐々木・後藤(英)・円羽：発育期児童・生徒の縦断的発育追跡調査一大阪地区を中心にした分析一，大阪市中央体育館体育医事年報，12，6-16(1974)
- 7) 文部省大臣官房調査統計課：昭和55年度学校保健統計調査速報一小学校・中学校・高等学校・幼稚園一，厚生省の指標，28(6)，32-45(1981)
- 8) 東京都立大学身体適性学研究室編：日本人の体力標準値，第三版，不味堂出版，70-76(1980)
- 9) 日本体育学会測定評価専門分科会編：体力の診断と評価，大修館書店，213-231(1977)
- 10) Keys, A. & Brožek, J.: Body fat in adult-man, *Physiol. Rev.*, 33, 245-325 (1953)
- 11) 蜂須賀・水野・山岡・吉村：人体密度ならびに体脂肪量の年齢別推移について，栄養と食糧，23(1)，46-50(1969)