

痩身タイプの身体的発育・発達に関する分析的検討

——体格と運動能力の相関及び重相関分析について——

藤 井 勝 紀

An Investigation on Physical Growth and Development in Lean Type

——On correlation and multiple correlation analysis
between physique and motor ability——

Katsunori FUJII

Relationship between physique and motor ability of lean type in primary and junior high school boys and girls have been Investigated by means compared with middle type in correlation and multiple correlation analysis. Measurements of physique (stature, body weight and chest girth) and motor ability (50m sprint, standing jump and softball throw) were made from 6 to 14 years old boys and girls. Lean and middle types were classified by applying to regression estimation of body weight on stature by judged from results of stature, body weight and chest girth's measurements, and correlation and multiple correlation analysis between physique and motor ability in both types of them were made and validity of regression and multiple regression estimation were investigated in lean type. Growth of stature in lean type was almost similar to them of middle type in boys but in girls had a tendency that was few latter than them of middle type. Motor ability of lean type was inferior to them of middle type. Correlation between stature and motor ability of lean type in boys was significant in period of junior high school, but especially in girls correlation between stature and throwing ability was not significant at all, and multiple correlation between physique and motor ability was significant in period of junior high school but validity multiple regression estimation of motor ability on physique was not shown in boys and girls.

緒 言

肥満、痩身はその病的な状態を除けば、元来表裏一体の関係にあるといわれ、摂取カロリーと消費カロリーのアンバランスから生起するものと考えられている。しかし、現実には理論的生起のメカニズムが理解されても、肥満、痩身に関する具体的な把握としては認識されにくい。

アメリカのメトロポリタン生命保険会社において、肥満の死亡危険率が普通の者に比べて高いことが指摘されて久しい。又、近年成人病との関係が臨床的観点から指摘され、さらに肥満児の増大が現場で問題として取り上げられている。したがって、このように肥満が直接生命と係わるという不安や、生活状況におけるトラブルが多いという認識が肥満対策への検討を示唆するものと考えられよう。

ところが、以上のように肥満に関する問題認識は明確化されているが、痩身に関しては決してそうとはいえない。つまり痩身の内抱している問題自体が不明瞭な点にあると考えられるからであろう。確かに近年の児童は肥満も痩身も増大傾向にあるが、痩身は肥満ほど深刻な問題となされていない。特に、体育現場では、肥満が種々な身体的行為において普通の者より劣っているか否かが問題となるわけで、肥満に関しては、客観的観察からでも明らかに普通の者より劣る場面の多いことが指摘されている。しかし、痩身に関しては客観的観察では不明確な部分が多く、それだけ痩身の問題意識が希薄であることが示唆されている。したがって肥満の身体的能力に関しては日比¹⁾、平田²⁾、山岡³⁾等が興味ある知見を報告しているが、痩身に関しては身体的能力に関してはもちろんのこと、一般に報告件数は少ない。

このような中において、最近メトロポリタン生命保険会社において、肥満と同じく瘦身の死亡危険率も高いことが統計的に指摘されて以来、瘦身に関する問題が取り沙汰され、瘦身と死亡率との因果関係の分析が検討され始めている。この問題は直接体育現場との関係はないが、その影響が瘦身に至らしめる偏食からの栄養不良および体力不足と何らかの関係があるのではないかと仮説を生起させる要因となったことは十分考えられるであろう。したがって、現場における瘦身の問題を少しでも明確に理解するために、瘦身の身体的能力の現状を分析し、検討する余地は十分あると考えられる。そこで今回はこのような現状に少しでも瘦身に関する資料を提出するべく、その身体的発育および運動能力発達について検討を試みた。又、瘦身の体格と運動能力との関係について、普通の者との比較からも分析を試みている。

方法

東海地区の小、中学生7,646名(男子3,952名,女子3,694名)を対象に、体格(身長,体重,胸囲)と運動能力(50m走,立幅跳,ソフトボール投げ)の測定を昭和54年4月に実施した。その測定結果より、身長,体重,胸囲の計測値から、瘦身,中等(普通の者)タイプの体型を類別した。体型の類別方法は身長に対する体重および胸囲の回帰評価を5段階評価とし、それぞれ平均回帰平面からマイナス1.5シグマ以下に位置するものを瘦身タイプとし、プラス1.5シグマからマイナス1.5シグマまでに位置するものを中等タイプとして類別した。さらにRoher, Livi指数をも考慮に入れ、それぞれ119および22以下のものを瘦身タイプとし、120から140,23から24までのものを中等タイプとして類別している。つまり、このことは回帰評価において、瘦身と中等タイプの境界に位置する場合への対処として考慮したものである。(類別されたデータ数の内訳はTable 1を参照)

以上の方法により類別された瘦身および中等タイプの運動能力を各年齢ごとに比較検討を行ない、さらに瘦身タイプの体格と運動能力の相関を分析し、中等タイプのそれと比較検討を試みた。

結果及び考察

1. 瘦身タイプの身長発育について

Table 1は瘦身,中等タイプの体格と運動能力の小学1年から中学3年までの比較検定結果であるが、身長項目をみると、男子は小学5年と6年それに中学3年で、女子は小学2年から中学1年までの間、瘦身と中等タイプの身長との間に有意差が示されていた。このことは男子で小学5年と6年,中学3年で、女子では小学2年か

ら中学1年まで中等タイプの身長が瘦身タイプのそれより大なる傾向を示しているといえる。

このような傾向は横断的資料であるために、早急には結論は出せないが、男女共、瘦身タイプのものは中等タイプのものより相対的にやや成熟の遅れを示すものと推測される。そしてその傾向は男子より女子の方が強いものと考えられる。つまりこの理由として、男女共 adolescent growth spurt 時期の発育量にはかなりの個人差が認められており、特に筆者⁴⁾⁵⁾、Baas⁷⁾等の先行研究の分析からは、早熟化傾向であるものほど adolescent growth spurt 時期を早く迎えることが指摘されている。このことを考え合わせれば、adolescent growth spurt 時期である男子で小学5,6年,女子で小学2年から中学1年まで、中等タイプの身長の現量値が瘦身タイプのそれより大であることは、中等タイプの方が早く adolescent growth spurt 時期を迎えていると理解してよいであろう。

以上に示された結果について、従来から瘦身に関する報告例が少ないため、明確に結論することは困難である。しかし、ただ男子についてはDupertuisとMichael⁸⁾が高身長の瘦身のものと普通のものとは瘦身のものが身長最大の発育速度の時期がおくれることを指摘している。特に、この理由について、Acheson,Dupertuis⁹⁾は腰と骨盤の骨成熟年齢のおくれを示唆しているが、この知見は高身長と限定された資料をもちいており、又、資料数も26~28程度であるため、今回の結果にただちに摘要することは困難である。いずれにせよ今回の結果からは男子の瘦身タイプの晩熟化を指摘するほど明確化はされなかった。むしろ女子の方が晩熟化を明確に示していると推測されよう。しかし、今回の結論に至る論理の展開は、あくまでも縦断的資料における個々の発育の変化を平均化することによって生じる現象を説明したわけであり、横断的資料に摘要されうるものかは今後の検討に委ねる必要がある。

2. 瘦身タイプの運動能力発達について

Table 1の運動能力の項目をみると、男子について、50m走では小学4,5年と中学1年,立幅跳で小学3,4,5年と中学1年を除いて、他の学年で中等タイプと瘦身タイプとの間に有意差が認められた。ソフトボール投げではすべての学年で有意差が認められた。又、女子については、ソフトボール投げはほとんどの学年で有意差が認められたのに対し、50m走では小学1,4,6年と中学3年,立幅跳で小学1,3,4年しか有意差は認められなかった。以上の結果から、ソフトボール投げについては男女共、全学年を通して、瘦身タイプは中等タイプより劣ることが明示された。これは明らかに瘦身

Table 1-1 Significant test of mean difference between middle type's physique, motor ability and lean type's ones.

(boys)

Item ①	Age		6 (P ₁ S)	7 (2)	8 (8)	9 (4)	10 (5)	11 (6)	22(J ₁ H ₁ S)	13 (2)	14 (3)
	Stature	M	\bar{x}	115.20	120.74	126.10	131.52	137.09	143.06	149.61	155.81
S D			8.38	5.35	5.18	5.36	6.11	6.34	8.22	7.74	6.34
L		\bar{x}	111.61	119.21	125.09	129.83	134.93	139.27	149.50	166.32	160.33
		S D	4.33	5.21	5.74	5.02	6.13	5.19	8.32	8.33	7.34
Body Weight	W	\bar{x}	20.10	22.82	25.20	27.90	31.60	35.72	40.96	46.91	54.45
		S D	1.69	2.56	2.73	3.31	4.08	4.78	5.80	6.53	6.15
	L	\bar{x}	15.79	19.43	21.53	23.53	25.93	28.19	34.40	38.56	42.32
		S D	1.86	1.95	2.13	1.95	2.78	2.44	5.08	4.83	5.01
Chest Girth	M	\bar{x}	57.39	59.39	61.34	63.79	66.29	68.96	71.36	75.70	81.10
		S D	1.85	2.39	2.24	3.15	2.87	3.20	3.67	4.08	3.64
	L	\bar{x}	53.34	55.00	57.19	58.86	61.00	62.48	65.73	68.64	72.29
		S D	1.19	1.66	2.00	1.40	2.57	1.54	3.51	3.37	3.50
50m Sprints	M	\bar{x}	11.33	10.53	9.84	9.32	9.14	8.68	8.47	8.15	7.75
		S D	0.88	0.88	0.71	0.69	0.66	0.53	0.69	0.65	0.58
	L	\bar{x}	12.17	11.10	10.14	9.43	9.22	9.003	8.61	8.47	8.27
		S D	0.85	0.97	0.86	0.47	0.68	0.56	0.48	0.56	0.62
Standing Jump	M	\bar{x}	120.55	132.67	149.68	156.44	167.01	175.83	188.54	197.22	217.34
		S D	14.89	19.86	15.97	16.53	15.82	14.51	20.56	20.45	19.30
	L	\bar{x}	114.97	124.16	146.79	155.44	165.09	167.14	189.49	187.94	201.43
		S D	16.26	19.38	18.29	13.47	15.55	14.41	17.65	18.60	24.98
Softball Throw	M	\bar{x}	9.42	13.63	19.25	24.73	28.25	33.28	38.21	43.95	51.92
		S D	2.83	4.06	5.40	5.69	6.64	6.58	8.84	10.02	9.86
	L	\bar{x}	8.27	11.30	16.36	22.44	25.78	29.70	33.30	38.12	41.77
		S D	3.86	3.03	4.04	4.40	5.81	6.48	8.05	6.67	10.31
Number	M		150	150	150	149	150	149	150	149	149
	L		30	37	41	43	38	39	45	52	44

Table 1-2

(girls)

Item ①	Age		6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Stature	M	\bar{x}	115.06	120.18	125.12	132.27	139.12	145.30	150.32	153.86
S D			3.88	4.54	5.38	5.86	6.42	5.75	6.31	5.32	4.48
L		\bar{x}	114.89	117.77	121.84	127.71	135.57	140.80	147.93	154.76	155.18
		S D	3.99	3.89	5.63	5.53	6.72	6.85	6.81	4.96	5.70
Body Weight	M	\bar{x}	20.15	22.52	25.04	28.51	32.91	37.18	42.12	45.63	47.95
		S D	1.68	2.30	3.11	3.61	4.27	4.37	5.15	4.57	4.23
	L	\bar{x}	17.27	18.69	20.15	22.53	25.93	28.83	33.98	38.39	40.39
		S D	1.65	1.55	1.90	2.12	3.36	3.80	4.18	3.60	3.80
Chest Girth	M	\bar{x}	56.23	57.83	59.82	62.46	66.28	69.49	74.06	76.39	78.36
		S D	1.64	1.98	2.44	2.85	3.34	3.63	4.13	3.01	2.86
	L	\bar{x}	52.96	54.03	55.44	56.78	59.39	61.93	66.35	70.02	71.92
		S D	1.59	1.53	2.10	1.61	2.45	2.93	3.39	2.75	4.03
50m Sprints	M	\bar{x}	11.67	11.02	10.11	9.62	9.42	9.01	8.98	8.74	8.76
		S D	0.89	0.91	0.68	0.70	0.72	0.58	0.69	0.59	0.66
	L	\bar{x}	12.02	11.21	10.30	10.02	9.42	9.24	9.02	8.93	8.98
		S D	0.90	0.79	0.78	0.67	0.70	0.59	0.65	0.66	0.58
Standing Jump	M	\bar{x}	114.43	121.64	142.39	150.03	159.72	165.06	172.86	172.83	178.49
		S D	14.71	19.84	13.84	13.45	15.28	15.47	18.32	18.23	16.55
	L	\bar{x}	109.73	124.08	137.85	142.57	158.34	159.72	168.33	168.85	174.36
		S D	12.61	16.03	12.33	14.18	13.56	18.38	17.93	20.44	17.37
Softball Throw	M	\bar{x}	6.19	8.19	10.42	13.70	17.01	18.91	21.48	23.38	23.93
		S D	2.06	2.46	3.20	3.57	5.40	5.24	5.58	6.45	7.17
	L	\bar{x}	5.81	6.79	9.79	11.28	14.05	16.49	18.80	20.56	21.64
		S D	1.63	2.30	2.91	3.36	4.24	4.50	4.70	5.99	6.36
Number	M		150	150	150	149	149	150	150	149	148
	L		37	48	48	46	38	39	45	52	44

M.....Middle type L.....Lean type (1).....Mean, Standard deviation ☆P<0.05 ☆☆P<0.01

Table 2-1 Correlation coefficients between stature and motor ability

〈boys〉

Group	Item	Age									
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Middle Type	50m S P	☆☆ -0.3128	☆☆ -0.2647	☆☆ -0.1907	☆☆ -0.2696	☆☆ -0.1665	☆☆ -0.2495	☆☆ -0.4260	☆☆ -0.5419	☆☆ -0.3591	
	S J	☆ 0.1993	☆☆ 0.0721	☆☆ 0.3459	☆☆ 0.3265	☆☆ 0.2343	☆☆ 0.5068	☆☆ 0.5803	☆☆ 0.5797	☆☆ 0.4412	
	B T	☆☆ 0.3385	☆ 0.1872	☆☆ 0.4550	☆☆ 0.3884	☆☆ 0.3568	☆☆ 0.4477	☆☆ 0.5652	☆☆ 0.5416	☆☆ 0.2997	
Lean Type	50m S P	☆☆ -0.5186	☆☆ 0.0290	☆☆ -0.5084	☆☆ 0.1518	☆☆ -0.1061	☆☆ -0.1693	☆☆ -0.5626	☆☆ -0.2482	☆☆ -0.3683	
	S J	☆☆ 0.6071	☆☆ 0.2156	☆☆ 0.5235	☆☆ 0.1739	☆☆ 0.2886	☆☆ 0.2757	☆☆ 0.6826	☆☆ 0.4861	☆☆ 0.4855	
	B T	☆ 0.4470	☆☆ 0.2235	☆☆ 0.4591	☆☆ 0.2913	☆☆ 0.2376	☆☆ 0.3078	☆☆ 0.4905	☆☆ 0.4688	☆☆ 0.4037	

Table 2-2

〈girls〉

Group	Item	Age									
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Middle Type	50m S P	☆ -0.2007	☆ -0.1722	☆☆ -0.2771	☆☆ -0.2806	☆☆ -0.3083	☆☆ -0.2679	☆☆ -0.2456	☆☆ -0.1205	☆☆ -0.1434	
	S J	☆☆ 0.1192	☆ 0.1742	☆☆ 0.3091	☆☆ 0.4401	☆☆ 0.3595	☆☆ 0.4177	☆☆ 0.4880	☆☆ 0.2107	☆☆ 0.0788	
	B T	☆☆ 0.1167	☆☆ 0.2897	☆☆ 0.3176	☆☆ 0.3252	☆☆ 0.2908	☆☆ 0.1712	☆☆ 0.1697	☆☆ 0.1933	☆☆ 0.0782	
Lean Type	50m S P	☆☆ -0.2635	☆☆ -0.2405	☆☆ 0.0509	☆☆ -0.3326	☆☆ -0.3649	☆☆ -0.3012	☆☆ -0.3753	☆☆ -0.2192	☆☆ -0.4001	
	S J	☆☆ 0.1780	☆☆ 0.0484	☆☆ 0.0840	☆☆ 0.4269	☆☆ 0.3064	☆☆ 0.3661	☆☆ 0.4847	☆☆ 0.3823	☆☆ 0.4177	
	B T	☆☆ 0.1912	☆☆ 0.1180	☆☆ 0.1731	☆☆ 0.4902	☆☆ 0.3943	☆☆ 0.1517	☆☆ 0.2690	☆☆ 0.2580	☆☆ 0.2631	

の呈している筋力不足に起因するものと考えられる。次に、50m走、立幅跳については女子より男子に瘦身タイプの劣っている学年が多く、やはり全般的に走、跳能力も劣ると考えてもよいであろう。しかし、女子は有意差の示されている学年でも5%有意がほとんどで、一概に瘦身タイプが劣るとは明言できない。むしろ走、跳能力に関してはそれほど変わらないと考えた方がよいのではないだろうか。

今回の結果から瘦身の運動能力に関して、従来より報告例が少ないため、明確な結論づけはできないが、山岡¹⁰⁾の指摘している肥満を呈している過体重故の運動能力への影響は、瘦身では投能力に関して全く逆に作用すると考えてもよいであろう。しかし、走、跳能力に関してはむしろ肥満とそれほど変わらないと理解される。したがって瘦身の運動能力の低下傾向はすべての運動行為に不可欠な筋力の不足を意味するもので、さらには幼少期から培われるべき運動技能までも影響を与えていると考えられる。このことは体育現場において、肥満と同様か、むしろ瘦身の方が指導にあたっては扱いにくいことが指

摘されるものと思われる。

3. 瘦身タイプの体格と運動能力の単相関分析について

まず、Table 2は身長と運動能力との相関係数を示したもののだが、これによれば男子で中等タイプはすべての学年で身長と運動能力との間に有意な相関が認められているが、瘦身タイプでは中学期にしか有意な相関は認められなかった。又、女子では50m走、立幅跳については、小学4年から中学期にかけてはほぼ有意な相関が認められたが、ソフトボール投げについては、瘦身タイプはほとんどの学年で有意な相関は認められなかった。このことについて、特に男子では小学期において、瘦身タイプのもは身長の高いことが必ずしも運動能力を高めるべく筋組織の増大を意味するものでなく、つまり身長の高さが運動能力に有利に作用しないことを示唆しているものと理解される。したがってこのような要因が身長と運動能力の相関の有意性を希少にしているものと考えられよう。しかし、中学期における今回の結果については、この時期は男子の adolescent growth spurt 時期にあた

Table 3-1 Correlation coefficients between body weight and motor ability

<boys>

Group	Item	Age	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Middle Type	50m S P		☆ -0.1646	☆ -0.1665	☆ -0.1897	☆ -0.2073	-0.1326	☆ -0.1966	☆☆ -0.4253	☆☆ -0.5127	☆☆ -0.2990
	S J		☆☆ 0.2522	0.0215	☆☆ 0.3149	☆☆ 0.3088	☆ 0.1948	☆☆ 0.4263	☆☆ 0.5871	☆☆ 0.5612	☆☆ 0.3662
	B T		☆☆ 0.2281	☆ 0.2029	☆☆ 0.4773	☆☆ 0.3534	☆☆ 0.3157	☆☆ 0.4079	☆☆ 0.5411	☆☆ 0.5520	☆☆ 0.3262
Lean Type	50m S P		☆ -0.4624	-0.1871	☆☆ -0.4351	0.0160	0.2088	-0.2253	☆☆ -0.5068	☆☆ -0.3401	☆☆ -0.4239
	S J		☆ 0.5959	0.2339	☆☆ 0.3991	0.1953	☆ 0.3310	0.2556	☆☆ 0.6509	☆☆ 0.4894	☆☆ 0.4716
	B T		☆ 0.4031	0.2593	☆☆ 0.4922	☆ 0.2462	☆ 0.3119	0.2633	☆☆ 0.4815	☆☆ 0.5503	☆☆ 0.4208

Table 3-2

<girls>

Group	Item	Age	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Middle Type	50m S P		☆☆ -0.2342	-0.0687	☆ -0.1729	☆ -0.2070	☆☆ -0.2680	☆☆ -0.2137	☆ -0.1653	-0.1227	-0.1309
	S J		0.1463	0.0512	☆ 0.2068	☆☆ 0.3905	☆☆ 0.3210	☆☆ 0.3524	☆☆ 0.3417	☆☆ 0.1663	0.0373
	B T		0.1310	☆☆ 0.3266	☆☆ 0.2982	☆☆ 0.3058	☆☆ 0.2788	☆ 0.1834	☆ 0.1729	☆☆ 0.2556	0.0978
Lean Type	50m S P		☆ -0.3712	-0.2616	-0.0474	-0.2860	☆ -0.3753	☆ -0.3179	-0.2374	-0.2154	☆☆ -0.5217
	S J		0.1864	0.0490	0.0644	☆☆ 0.3801	0.3097	☆ 0.3797	☆☆ 0.3968	☆☆ 0.4003	☆☆ 0.4374
	B T		☆ 0.3451	0.1205	0.1807	☆☆ 0.4624	☆☆ 0.4440	0.1479	0.2745	☆ 0.3057	☆☆ 0.3980

Table 4-1 Correlation coefficients between chest girth and motor ability

<boys>

Group	Item	Age	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Middle Type	50m S P		☆☆ -0.2510	☆ -0.2075	☆ -0.1638	☆☆ -0.2152	-0.1096	☆ -0.1911	☆☆ -0.3821	☆☆ -0.4398	☆☆ -0.2862
	S J		☆☆ 0.2475	0.0957	☆☆ 0.2659	☆☆ 0.2640	☆ 0.1788	☆☆ 0.4043	☆☆ 0.5303	☆☆ 0.4828	☆☆ 0.3288
	B T		☆☆ 0.2178	☆ 0.1724	☆☆ 0.3555	☆☆ 0.3437	☆☆ 0.2484	☆☆ 0.3146	☆☆ 0.5116	☆☆ 0.5229	☆☆ 0.3451
Lean Type	50m S P		-0.2748	-0.3177	-0.2738	-0.1799	0.1229	-0.0144	☆☆ -0.4502	☆ -0.3127	☆☆ -0.5003
	S J		☆☆ 0.5765	0.3027	☆☆ 0.4166	0.1645	0.2682	0.1658	☆☆ 0.6061	☆☆ 0.4074	☆☆ 0.4125
	B T		☆☆ 0.6006	0.1952	☆☆ 0.4334	☆ 0.3122	☆ 0.3012	0.2558	☆☆ 0.4106	☆☆ 0.4388	☆☆ 0.4778

っており、非常に身体的発育、発達が顕著なため、瘦身タイプのものも身長が増大にともなって筋組織の増大を可能たらしめている結果と解釈することができる。ところが、女子の瘦身タイプの走、跳能力において、小学4年から有意な相関が認められているのは、女子の adolescent growth spurt 時期が男子より数年早く現われるた

めにこのような結果を来たしたものと考えられる。よって走、跳能力については男子と同様の解釈が成り立つものと考えてよいであろう、しかし、投能力については走、跳能力のような解釈は成り立たず、身長要素は全く無視して考えてもよいといえる。

次に、Table 3, 4 は体重及び胸囲と運動能力との相

Table 4-2

<girls>

Group	Item	Age									
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Middle Type	50m S P	-0.1606	-0.1357	-0.1886	-0.2379 ^{☆☆}	-0.8102 ^{☆☆}	-0.1611	-0.1999 [☆]	-0.1668 [☆]	-0.1418	
	S J	0.1617 [☆]	0.1245	0.1868 [☆]	0.4204 ^{☆☆}	0.3354 ^{☆☆}	0.3478 ^{☆☆}	0.3770 ^{☆☆}	0.1461	0.1378	
	B T	0.1854 [☆]	0.2553 ^{☆☆}	0.2577 ^{☆☆}	0.3169 ^{☆☆}	0.2838 ^{☆☆}	0.1650 [☆]	0.1629 [☆]	0.2574 ^{☆☆}	0.1175	
Lean Type	50m S P	-0.1633	-0.3818 ^{☆☆}	-0.1499	-0.3246 [☆]	-0.5028 ^{☆☆}	-0.3609 [☆]	-0.3058 [☆]	-0.1075	-0.4516 ^{☆☆}	
	S J	0.1141	-0.0957	0.3139 [☆]	0.3233 ^{☆☆}	0.2753	0.4752 ^{☆☆}	0.4943 ^{☆☆}	0.4734 ^{☆☆}	0.4242 ^{☆☆}	
	B P	0.3254 [☆]	0.2584	0.2019	0.4790 ^{☆☆}	0.4819 ^{☆☆}	0.3809 [☆]	0.1416	0.3108 [☆]	0.2210	

Table 5-1 Partial Correlation coefficients on lean type

<boys>

Motor ability	Physique	Age									
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	
50m Dash	Stature	-0.3180	-0.2296	-0.3047	0.3397 [☆]	0.2644	0.0862	-0.3167 [☆]	0.2707	0.0974	
	Body Weight	-0.2917	0.1825	0.0914	-0.3078 [☆]	-0.3168 [☆]	-0.1733	0.1477	-0.3499 [☆]	-0.2449	
Standing	Stature	0.1504	0.0399	0.4314 ^{☆☆}	-0.0121	-0.0666	0.1078	0.2721	0.0756	0.1402	
	Body Weight	0.1010	0.0424	-0.2393	0.0910	0.1816	-0.0129	-0.0248	0.0996	0.0659	
Softball	Stature	0.2466	0.0157	0.0219	0.1688	-0.1666	0.1701	0.1145	-0.2151	0.0264	
	Body Weight	0.1358	-0.1302	0.0793	-0.0525	0.2643	-0.0405	0.0422 ^{☆☆}	0.3845	0.1324	

Table 5-2

<girls>

Motor ability	Physique	Age									
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	
50m Dash	Stature	0.1047	0.0014	0.2632	-0.1995	-0.0261	-0.0056	-0.3905 ^{☆☆}	-0.0656	-0.1840	
	Body Weight	-0.2892	-0.1061	-0.2626	0.0931	-0.0977	-0.1068	0.2629	-0.0508	0.1689	
Standing	Stature	0.0382	-0.0084	-0.0334	0.2243	0.0383	0.0272	0.3226 [☆]	0.0741	0.0487	
	Body Weight	0.0679	-0.0114	0.0544	-0.0803	0.0615	0.1116	-0.1155	0.1480	-0.0423	
Softball	Stature	-0.2046	-0.0181	0.0130	0.1835	-0.1053	0.0373	0.0495	-0.0184	-0.1845	
	Body Weight	0.3521 [☆]	0.0305	0.0542	-0.0042	0.2447	0.0151	0.0753	0.1707	0.1968	

関を示したものだが、痩身タイプの体重、胸囲と運動能力との関係を見ると、50m走、立幅跳に関しては、男女共それぞれの身長の場合とほぼ同様の傾向が示されているといえる。しかし、ソフトボール投げについては、男子で中学期だけでなく小学期にも有意な相関が認められ

た。女子でも身長の場合にはほとんどの学年で有意な相関が認められなかったのに対し、小学1、4、5年、中学2、3年で認められている。これらのことから、痩身タイプにおいて、走、跳能力は身長の高い要因とそれともなった筋組織の増大がそれらの能力に有利に作用す

Table 6-1 Multiple correlation coefficients between motor ability and stature. body weight. (boys)

			6	7	8	9	10	11	12	13	14
Middle Type	50m S P	Stature	☆☆ 0.3520	☆☆ 0.3235	0.1944	☆☆ 0.2901	0 0.1817	☆☆ 0.2725	☆☆ 0.4317	☆☆ 0.5428	☆☆ 0.3755
	S J		☆ 0.1994	0.1312	☆☆ 0.3641	☆☆ 0.3271	☆☆ 0.2470	☆☆ 0.5269	☆☆ 0.5922	☆☆ 0.5799	☆☆ 0.4624
	B T		☆☆ 0.3415	☆ 0.2030	☆☆ 0.4810	☆☆ 0.8886	☆☆ 0.3621	☆☆ 0.4491	☆☆ 0.5656	☆☆ 0.5533	☆☆ 0.3267
Lean Type	50m S P	Body Weight	☆☆ 0.5426	0.2930	☆☆ 0.5145	0.3401	0.3326	0.2505	☆☆ 0.5756	☆☆ 0.4199	☆ 0.4330
	S J		☆☆ 0.6079	0.2370	☆☆ 0.5617	0.1956	0.3368	0.2760	☆☆ 0.6828	☆☆ 0.4938	☆☆ 0.4875
	B T		☆ 0.4618	0.2597	☆☆ 0.4925	0.2955	0.3497	0.3102	☆☆ 0.4919	☆☆ 0.5788	☆ 0.4215

Table 6-2

(girls)

			6	7	8	9	10	11	12	13	14
Middle Type	50m S P	Stature	☆ 0.2345	☆ 0.2338	☆☆ 0.3268	☆☆ 0.3172	☆☆ 0.3199	☆☆ 0.2821	☆☆ 0.2893	0.1249	0.1455
	S J		☆ 0.1463	☆☆ 0.2625	☆☆ 0.3488	☆☆ 0.4432	☆☆ 0.3665	☆☆ 0.4268	☆☆ 0.4558	0.2171	0.0834
	B T		☆ 0.1318	☆☆ 0.3269	☆☆ 0.3190	☆☆ 0.3253	☆☆ 0.2908	0.1834	0.1751	☆☆ 0.2687	0.0979
Lean Type	30m S P	Body Weight	0.3837	0.2616	0.2672	0.3439	0.3760	0.3179	☆☆ 0.4474	0.2277	☆☆ 0.5257
	S J		0.1901	0.0496	0.0726	☆☆ 0.4329	0.3119	0.3805	☆ 0.4951	☆ 0.4060	☆☆ 0.4476
	B T		0.3948	0.1218	0.1811	☆☆ 0.4902	☆ 0.4538	0.1524	0.2785	0.3063	☆ 0.4174

Table 7-1 Multiple correlation coefficients between motor ability and stature. body weight. chest girth. (boys)

			6	7	8	9	10	11	12	13	14
Middle Type	50m S P	Stature	☆☆ 0.4101	☆☆ 0.3318	0.1963	☆☆ 0.2994	0.1883	☆☆ 0.2780	☆☆ 0.4328	☆☆ 0.5454	☆☆ 0.3903
	S J		☆☆ 0.2808	0.1650	☆☆ 0.3481	☆☆ 0.3266	☆ 0.2642	☆☆ 0.5362	☆☆ 0.5946	☆☆ 0.5829	☆☆ 0.4725
	B T		☆☆ 0.3474	0.2048	☆☆ 0.4826	☆☆ 0.4012	☆☆ 0.3662	☆☆ 0.4503	☆☆ 0.5713	☆☆ 0.5693	☆☆ 0.3593
Lean Type	50m S P	Chest Girth	☆ 0.5491	0.4421	☆☆ 0.5865	☆ 0.4516	0.3339	0.3121	☆☆ 0.5758	☆☆ 0.4360	☆☆ 0.5029
	S J		☆☆ 0.6654	0.3057	☆☆ 0.5675	0.2033	0.3477	0.2905	☆☆ 0.6869	☆☆ 0.4940	☆☆ 0.4921
	B T		☆☆ 0.6494	0.2609	☆☆ 0.5018	0.3462	0.3861	0.3106	☆☆ 0.4925	☆☆ 0.5787	☆☆ 0.4845

るものと考えられるが、投能力に関しては身長と体重の要素より、体重、胸囲の増大要因、すなわち筋組織の増大がよりその能力に大きく作用しているものと考えられる。特に、女子で顕著に示されているといえる。そしてこのことは、瘦身のみが内抱している筋力の希少さが与えている現象と捉えることができよう。

4. 瘦身タイプの体格と運動能力の重相関及び重回帰分析について

Table 6 は身長と体重を独立変量に、Table 7 は身長、体重、胸囲をそれぞれ独立変量にして、運動能力との重相関を示したものだが、これをみれば明日のように、重相関の有意性の顕現傾向は単相関の場合とほぼ同様で

Table 7-2

<girls>

			6	7	8	9	10	11	12	13	14
Middle Type	50m S P	Stature ・ Body Weight ・ Chest Girth	☆ 0.2345	☆ 0.2699	☆☆ 0.3271	☆☆ 0.3361	☆☆ 0.3563	☆☆ 0.2857	☆☆ 0.2999	0.1697	0.1613
	S J		☆ 0.1694	☆☆ 0.2970	☆☆ 0.3495	☆☆ 0.4722	☆☆ 0.3863	☆☆ 0.4402	☆☆ 0.4734	0.2220	0.1605
	B T		0.1868	☆☆ 0.3270	☆☆ 0.3197	☆☆ 0.3422	☆☆ 0.3051	0.1844	0.1784	☆☆ 0.2860	0.1224
Lean Type	50m S P	Chest Girth	0.3929	0.2919	0.3221	0.3811	☆ 0.5065	0.3611	☆ 0.4512	0.2340	☆☆ 0.5497
	S J		0.1909	0.0961	0.3894	☆ 0.4355	0.3210	☆ 0.4844	☆☆ 0.5348	☆☆ 0.4853	☆ 0.4942
	B T		0.4316	0.2591	0.2089	☆☆ 0.5266	☆ 0.5267	☆☆ 0.5580	0.3550	☆☆ 0.3374	☆ 0.4196

Table 8-1 Multiple regression of motor ability on stature and body weight of lean type

<boys>

Age	Dependent variable	Independent variable	Multiple regressive equation	Significant test
6	50mSP (Ya)	Stature (X ₁)	Ya = -0.476X ₁ + 0.613X ₂ + 55.57	
	S J (Yb)	Body Weight (X ₂)	Yb = 1.791X ₁ + 1.170X ₂ - 103.42	
	B T (Yc)		Yc = 0.795X ₁ - 0.954X ₂ - 65.35	
7	Ya	X ₁ ・ X ₂	Ya = 0.075X ₁ - 0.260X ₂ + 7.17	
	Yb		Yb = 0.257X ₁ + 1.753X ₂ + 59.41	
	Yc		Yc = 0.016X ₁ + 0.367X ₂ + 2.28	
8	Ya	X ₁ ・ X ₂	Ya = -0.104X ₁ + 0.08 X ₂ + 21.43	
	Yb		Yb = 3.197X ₁ - 4.445X ₂ - 157.6	X ₁ ☆
	Yc		Yc = 0.034X ₁ + 0.86 X ₂ - 6.448	
9	Ya	X ₁ ・ X ₂	Ya = 0.079X ₁ - 0.181X ₂ + 3.487	X ₁ ☆ X ₂ ☆
	Yb		Yb = -0.078X ₁ + 1.528X ₂ + 129.62	
	Yc		Yc = 0.355X ₁ - 0.279X ₂ - 17.06	
10	Ya	X ₁ ・ X ₂	Ya = 0.082X ₁ - 0.222X ₂ + 3.846	X ₂ ☆
	Yb		Yb = -0.458X ₁ + 2.801X ₂ + 154.27	
	Yc		Yc = -0.432X ₁ + 1.547X ₂ + 43.97	
11	Ya	X ₁ ・ X ₂	Ya = 0.022X ₁ - 0.094X ₂ + 8.646	
	Yb		Yb = 0.692X ₁ - 0.173X ₂ + 65.95	
	Yc		Yc = 0.489X ₁ - 0.245X ₂ - 31.51	
12	Ya	X ₁ ・ X ₂	Ya = -0.057X ₁ + 0.042X ₂ + 15.74	X ₁ ☆
	Yb		Yb = 1.581X ₁ - 0.227X ₂ - 39.10	
	Yc		Yc = 0.352X ₁ + 0.209X ₂ - 26.52	
13	Ya	X ₁ ・ X ₂	Ya = 0.054X ₁ - 0.127X ₂ + 4.991	X ₂ ☆
	Yb		Yb = 0.481X ₁ + 1.096X ₂ + 70.53	
	Yc		Yc = -0.468X ₁ + 1.529X ₂ + 52.34	
14	Ya	X ₁ ・ X ₂	Ya = 0.220X ₁ - 0.083X ₂ + 8.264	
	Yb		Yb = 1.233X ₁ + 0.651X ₂ - 23.86	
	Yc		Yc = 0.975X ₁ + 0.731X ₂ - 4.791	

あるといえる。ただ女子のソフトボール投げで、独立変数に胸囲を加えた場合の方が、有意性の顕現率が多くなっていることが示されているが、これは投能力に関連の強い胸囲の要素がもたらした結果といえる。

このようにしてみると、痩身タイプは、身長、体重、

胸囲という3つの要素を含めた体格と運動能力の相関は男子で中学、女子で小学4年から高くなると理解される。そこで痩身タイプの中で独自に重回帰評価が妥当であるか検討した結果、Table 8, 9に示されているように、その妥当性はあまり認められなかった。このことは

Table 8-2

<girls>

Age	Dependent variable	Independent variable	Multiple regressive equation	Significant test
6	50mSP (Ya)	Stature (X ₁)	Ya= 0.041X ₁ -0.286X ₂ +12.22	
	S J (Yb)		Yb= 0.224X ₁ -0.963X ₂ -67.41	
	B T (Yc)	Body Weight (X ₂)	Yc= -0.148X ₁ +0.643X ₂ +11.72	
7	Ya	X ₁ ・X ₂	Ya= 0.007X ₁ -0.134X ₂ +13.65	
	Yb		Yb= -0.088X ₁ -0.302X ₂ +13.65	
	Yc		Yc= -0.018X ₁ +0.076X ₂ +3.29	
8	Ya	X ₁ ・X ₂	Ya= -0.098X ₁ -0.290X ₂ +4.213	
	Yb		Yb= -0.203X ₁ +0.981X ₂ +142.82	
	Yc		Yc= 0.018X ₁ +0.227X ₂ +2.99	
9	Ya	X ₁ ・X ₂	Ya= -0.071X ₁ +0.086X ₂ +17.22	
	Yb		Yb= 0.635X ₁ -1.493X ₂ -32.58	
	Yc		Yc= 0.322X ₁ -0.020X ₂ -29.43	
10	Ya	X ₁ ・X ₂	Ya= -0.082X ₁ -0.062X ₂ +12.15	
	Yb		Yb= 0.248X ₁ +0.778X ₂ +104.0	
	Yc		Yc= -0.195X ₁ +0.933X ₂ +16.34	
11	Ya	X ₁ ・X ₂	Ya= -0.014X ₁ +0.047X ₂ +10.79	
	Yb		Yb= 0.201X ₁ +1.596X ₂ +88.33	
	Yc		Yc= 0.072X ₁ +0.053X ₂ +4.82	
12	Ya	X ₁ ・X ₂	Ya= -0.086X ₁ +0.090X ₂ +18.72	X ₁ ☆☆
	Yb		Yb= 0.849X ₁ -1.027X ₂ -70.33	
	Yc		Yc= 0.078X ₁ +0.193X ₂ +0.649	
13	Ya	X ₁ ・X ₂	Ya= -0.017X ₁ -0.019X ₂ +12.33	
	Yb		Yb= 0.572X ₁ +1.586X ₂ +19.47	
	Yc		Yc= -0.044X ₁ +0.561X ₂ +5.760	
14	Ya	X ₁ ・X ₂	Ya= 0.012X ₁ -0.094X ₂ +10.934	X ₂ ☆
	Yb		Yb= 0.527X ₁ +1.338X ₂ +38.50	
	Yc		Yc= -0.255X ₁ +0.986X ₂ +21.47	X ₂ ☆

☆ P < 0.05 ☆☆ P < 0.01

Table 5 に示されている偏相関分析から理解されるように、体格のそれぞれの独立変数である身長、体重の要素がどちらかを一定にした場合でもその相関の独自性が認められないことに起因しているものと考えられることができる。したがって、今回の瘦身における体格を考慮した評価の検討は、前報告¹¹⁾にある肥満の場合とは異なり、その妥当性は見出すことができなかつたと結論づけられる。

結 論

瘦身タイプの身体的発育、発達の傾向を把握するために、小・中学生7,646名から瘦身、中等タイプを類別し、その両者の体格と運動能力の発育、発達傾向を比較し、さらに体格と運動能力との相関分析を比較検討した結果、次の結論を得ることができた。

1. 瘦身タイプの身長発育は、男子は中等タイプとそれほど変わらないが、女子は少し成熟の遅れを示すこと

が推察された。

2. 瘦身タイプの運動能力について、男女共、全般的に中等タイプより劣ることが指摘された。

3. 瘦身タイプの体格と運動能力の単相関分析について、先ず、身長と運動能力の相関は、男子では中学期に有意な相関が認められ、女子でも走、跳能力については男子と同様の傾向が示されたが、投能力に関しては、全学年を通して有意な相関は認められなかつた。次に体重、胸囲と運動能力とその相関は、走、跳能力については、男女共身長の場合と同様の傾向が示されたが、投能力に関しては、男女共全学年を通してほぼ有意な相関が認められた。

4. 瘦身タイプの体格と運動能力の重相関分析及び重回帰分析について、男女共、重相関の有意性の顕現傾向は単相関の場合と同様の傾向が示された。しかし、重回帰の妥当性は認められなかつた。

Table 9-1 Multiple regression of motor ability on stature body weight and chest girth of lean type

<boys>

Age	Dependent variable	Independent variable	Multiple regressive equation	Significant test
6	50mSP (Y ₂)	Stature (X ₁)	Y _a = -0.538X ₁ + 0.688X ₂ + 0.181X ₃ + 51.62	
	S J (Y _b)	Body Weight (X ₂)	Y _b = 0.160X ₁ + 3.149X ₂ + 4.779X ₃ - 207.5	
	B H (Y _c)	Chest girth (X ₃)	Y _c = 0.225X ₁ - 0.264X ₂ + 1.668X ₃ - 101.7	X ₃ ☆
7	Ya	X ₁ · X ₂ · X ₃	Y _a = 0.106X ₁ - 0.172X ₂ - 0.273X ₃ + 6.229	X ₃ ☆
	Yb		Y _b = -0.096X ₁ + 0.725X ₂ + 3.167X ₃ - 52.63	
	Yc		Y _c = 0.009X ₁ + 0.346X ₂ + 0.064X ₃ + 0.030	
8	Ya	X ₁ · X ₂ · X ₃	Y _a = -0.119X ₁ + 0.045X ₂ + 0.103X ₃ + 18.18	X ₁ ☆
	Yb		Y _b = 3.027X ₁ - 4.845X ₂ + 1.168X ₃ - 194.5	
	Yc		Y _c = -0.010X ₁ + 0.755X ₂ + 0.306X ₃ - 16.12	
9	Ya	X ₁ · X ₂ · X ₃	Y _a = 0.089X ₁ - 0.146X ₂ - 0.129X ₃ + 8.980	X ₁ ☆ X ₃ ☆
	Yb		Y _b = -0.132X ₁ + 1.340X ₂ + 0.694X ₃ + 100.2	
	Yc		Y _c = 0.298X ₁ - 0.479X ₂ + 0.738X ₃ - 48.36	
10	Ya	X ₁ · X ₂ · X ₃	Y _a = 0.084X ₁ - 0.219X ₂ - 0.012X ₃ + 4.221	X ₂ ☆
	Yb		Y _b = -0.574X ₁ + 2.632X ₂ + 0.692X ₃ + 132.0	
	Yc		Y _c = -0.514X ₁ + 1.427X ₂ + 0.490X ₃ + 28.24	
11	Ya	X ₁ · X ₂ · X ₃	Y _a = -0.008X ₁ - 0.092X ₂ + 0.121X ₃ + 5.134	
	Yb		Y _b = 1.035X ₁ + 0.155X ₂ - 1.415X ₃ + 107.1	
	Yc		Y _c = 0.463X ₁ - 0.244X ₂ + 0.109X ₃ - 34.67	
12	Ya	X ₁ · X ₂ · X ₃	Y _a = -0.057X ₁ + 0.045X ₂ - 0.004X ₃ + 15.95	X ₁ ☆
	Yb		Y _b = 1.594X ₁ - 0.730X ₂ + 0.795X ₃ - 75.97	
	Yc		Y _c = 0.350X ₁ + 0.285X ₂ - 0.120X ₃ - 20.89	
13	Ya	X ₁ · X ₂ · X ₃	Y _a = 0.060X ₁ - 0.117X ₂ - 0.036X ₃ + 6.059	X ₂ ☆
	Yb		Y _b = 0.503X ₁ + 1.133X ₂ - 0.128X ₃ + 74.38	
	Yc		Y _c = -0.476X ₁ + 1.516X ₂ + 0.046X ₃ + 50.96	X ₂ ☆
14	Ya	X ₁ · X ₂ · X ₃	Y _a = 0.011X ₁ - 0.023X ₂ - 0.080X ₃ + 13.20	
	Yb		Y _b = 1.343X ₁ + 0.018X ₂ + 0.845X ₃ - 75.76	
	Yc		Y _c = 0.259X ₁ - 0.202X ₂ + 1.244X ₃ - 81.17	

参考文献

- 1) 日比逸郎：小児肥満症とその臨床, 80-84, 金原書店, 東京, 1967.
- 2) 平田欽逸：子どものための体力づくり 1-10番, 93, 青山書房, 東京, 1979.
- 3) 山岡誠一他 4 名：肥満児の実態と運動処方の効果, その 1, 一中学 1 年生について, 学校保健研究, Vol. 11, No. 5, 202-207, 1969.
- 4) 藤井勝紀：男子における身長発育のパターンに関する検討, 一velocity curve からの分析一, 愛知工業大学研究報告, No.20, 39-44, 1985.
- 5) 藤井勝紀：身長の発育パターンに関する検討, 一adolescent growth spurt 時期の発育量の変化について一, 愛知工業大学研究報告, No.21, 35-40, 1986.
- 6) 藤井勝紀：川村仁視・太田和義：男子における身長

発育パターンの年次差に関する検討, 愛知工業大学報告, No.21, 41-46, 1986.

- 7) Boas, F.: The growth of children, Science, N. S. 5: 570-3, 1897.
- 8) Dupertuis, C. W. and Michael, N. B.: Comparison of growth in height and weight between ectomorphic and mesomorphic boys, Child Development, 24, 203-14, 1953.
- 9) Acheson, R. M. and Dupertuis, C. W.: The relationship between physique and rate of skeletal maturation in boys, Hum. Biol, 29, 167-93, 1957.
- 10) 山岡誠一：肥満と運動, 保健の科学, Vol.16, No. 6, 373-377, 1974.
- 11) 藤井勝紀・太田和義：肥満タイプの運動能力発達に関する重回帰評価試案, 愛知工業大学研究報告, No. 19, 77-89, 1984.

Table 9-2

<girls>

Age	Dependent variable	Independent variable	Multiple regressive equation	Significant test
6	50mSP (Ya)	Stature (X ₁)	Ya = 0.035X ₁ - 0.311X ₂ + 0.064X ₃ + 10.09	
	S J (Yb)	Body Weight (X ₂)	Yb = 0.245X ₁ + 1.033X ₂ - 0.178X ₃ + 73.33	
	B H (Yc)	Chest girth (X ₃)	Yc = -0.175X ₁ + 0.549X ₂ + 0.239X ₃ + 3.777	
7	Ya	X ₁ · X ₂ · X ₃	Ya = 0.001X ₁ - 0.053X ₂ - 0.172X ₃ + 21.44	X ₃ ☆
	Yb		Yb = -0.089X ₁ + 0.165X ₂ - 0.986X ₃ + 184.7	
	Yc		Yc = 0.018X ₁ - 0.046X ₂ + 0.257X ₃ - 8.316	
8	Ya	X ₁ · X ₂ · X ₃	Ya = 0.102X ₁ - 0.228X ₂ - 0.092X ₃ + 7.620	
	Yb		Yb = -0.332X ₁ - 1.162X ₂ + 3.191X ₃ + 24.89	X ₃ ☆☆
	Yc		Yc = 0.099X ₁ + 0.089X ₂ + 0.205X ₃ - 4.586	
9	Ya	X ₁ · X ₂ · X ₃	Ya = -0.072X ₁ + 0.150X ₂ - 0.108X ₃ + 21.95	
	Yb		Yb = 1.637X ₁ - 1.886X ₂ + 0.657X ₃ - 61.34	
	Yc		Yc = 0.324X ₁ - 0.419X ₂ + 0.669X ₃ - 58.71	
10	Ya	X ₁ · X ₂ · X ₃	Ya = 0.018X ₁ - 0.042X ₂ - 0.138X ₃ + 16.26	X ₃ ☆
	Yb		Yb = 0.134X ₁ + 0.689X ₂ + 0.603X ₃ + 86.52	
	Yc		Yc = -0.322X ₁ + 0.836X ₂ + 0.663X ₃ - 3.379	
11	Ya	X ₁ · X ₂ · X ₃	Ya = -0.003X ₁ + 0.064X ₂ - 0.074X ₃ + 14.10	
	Yb		Yb = 0.301X ₁ - 1.415X ₂ + 4.023X ₃ - 90.99	
	Yc		Yc = 0.116X ₁ - 1.223X ₂ + 1.764X ₃ - 73.80	X ₂ ☆ X ₃ ☆☆
12	Ya	X ₁ · X ₂ · X ₃	Ya = -0.081X ₁ + 0.099X ₂ - 0.024X ₃ + 19.20	X ₁ ☆
	Yb		Yb = 1.327X ₁ - 1.836X ₂ + 2.267X ₃ - 116.0	
	Yc		Yc = 0.228X ₁ + 0.424X ₂ - 0.648X ₃ + 13.69	
13	Ya	X ₁ · X ₂ · X ₃	Ya = -0.020X ₁ - 0.027X ₂ + 0.022X ₃ + 11.49	
	Yb		Yb = 0.283X ₁ + 0.483X ₂ + 2.750X ₃ - 86.08	X ₃ ☆
	Yc		Yc = -0.089X ₁ + 0.389X ₂ + 0.429X ₃ - 10.70	
14	Ya	X ₁ · X ₂ · X ₃	Ya = 0.090X ₁ - 0.071X ₂ - 0.029X ₃ + 12.62	
	Yb		Yb = 0.656X ₁ + 0.430X ₂ + 1.149X ₃ - 27.42	
	Yc		Yc = -0.265X ₁ + 1.054X ₂ - 0.086X ₃ + 265.4	X ₂ ☆

(受理 昭和62年 1月25日)