

原

著

小・中学生及び高校生の健康状態に  
 ついての疫学的調査研究

(第2編) 血清脂質値についての分析

新潟大学医学部衛生学教室 (主任: 山本正治教授)

遠藤 和男・外山 千也・阿部 時也

阿部真哉子・山本 正治

新潟大学医学部公衆衛生学教室 (主任: 豊嶋英明教授)

宮西 邦夫・金井 雅利・若井 静子

瑞穂短期大学公衆衛生学研究室

澤田清子・須永 寛

Epidemiological Surveys on Health Status of the Children  
 in Primary, Junior High, and Senior High Schools.  
 (Part II) Analyses on Serum Lipid Levels.

Kazuo ENDOH, Senya TOYAMA, Tokinari ABE,  
 Mayako ABE and Masaharu YAMAMOTO

*Department of Hygiene and Preventive Medicine, Niigata University  
 School of Medicine (Director: Prof. Masaharu YAMAMOTO)*

Kunio MIYANISHI, Masatoshi KANAI and Shizuko WAKAI

*Department of Public Health, Niigata University School of Medicine  
 (Director: Prof. Hideaki TOYOSHIMA)*

Kiyoko SAWADA and Hiroshi SUNAGA  
*Department of Public Health, Mizuho College*

成人の高脂質血症は、虚血性心疾患 (ischemic heart disease, 以下, IHD と略す) のリスク・ファクターであることがよく知られている<sup>1)</sup>。IHD の原因である、動脈のいわゆるアテローム硬化症については、小児期から発展過程が認められるため<sup>2)</sup>、近年小児の血清脂質レベルについて注目されるようになってきた。また、遺伝的に高脂質血症を来す疾患及びその発症機序も次第に明らかにされてきており、中には IHD その他の疾患に罹患しやすい家系の存在も知られている<sup>3)</sup>。

したがって、成人病発症の若年化<sup>4)</sup>が小児保健において指摘されている今日、小児の血清脂質レベルを知ることが、効果的な予防方法を確立する上でも非常に重要になってくる。このため欧米においては、早くから種々の調査・研究が実施されてきた。わが国においても、最近漸く研究が活発になってきており、中には、日本人小児の血清コレステロール・レベルが欧米小児並みになってきたため、近い将来において日本人の IHD 死亡が急増することを予測する報告がみられる<sup>5)</sup>。

しかしながら、わが国の調査・研究は、生活慣習がより欧米的であると考えられる、大都市の小児を対象として実施されることが多く、必ずしも日本の小児全体を代表するものではない。また、欧米では総合的な疫学的調査研究が主流であるのに対し、日本では遺伝的因子や環境因子等について考慮している報告は少ない。

筆者らは、本研究の第1編<sup>6)</sup>で小児期の血圧測定値の分析について報告したが、本編では、小児期における血清脂質レベルについて疫学的見地からの分析を行ったので報告する。

## 調査・研究方法

調査全体の概要については、第1編で詳述したので、本編では血清脂質に関連した要点のみを述べる。

### 1. 調査期間及び調査対象

調査は昭和56～58年の3か年にわたり、健康診査は6月を中心に実施したが、学校行事等の都合により5月末または7月初めに実施した場合もあった。

調査対象は、青海町在住の小・中学生全員、町内から通学している3つの高等学校の生徒全員及び異常所見の認められた児の両親である。なお、小学生のうち T 小学校の昭和56年時3～4年生計192名については、3年間の追跡対象とした。

## 2. 血清脂質の検査方法

### 1) 検査項目

原則として血清の総コレステロール (以下, TC と略す) 及び中性脂肪 (以下, TG と略す) としたが、小学校及び高校生の一部については、HDL-コレステロール (以下, リポ蛋白中のコレステロールは, HDL-C, LDL-C 及び VLDL-C と略す) を追加した。

### 2) 採血方法

午前中空腹時に肘静脈から、原則として真空採血管を用いて採血した。ただし、必ずしも早朝とは言えず、また特に小学校低学年において、朝食抜きの前提が守られなかった者も数例認められたため、TG については以下の分析から除外した。

### 3) 検査方法

TC には Cholesterol C-Test Wako (和光純薬工業(株)製, COD-POD-フェノール系), HDL-C には HDL-Cholesterol-Test Wako (同, ヘパリン・マンガン結合沈澱法) を試薬として、それぞれ Allain ら<sup>7)</sup>の方法, Lipid Research Clinics<sup>8)</sup> (以下, LRC と略す) の標準法に準じて測定を行った。

## 3. 分析方法

### 1) 性・年齢別及び性・年齢区分別 TC 値

諸外国の成績と比較するため、学年別でなく採血時点の満年齢別に、平均値及び標準偏差を算出した。12歳及び15歳については、小学6年生と中学1年生及び中学3年生と高校1年生の場合があるが、それぞれ両者の間に差が認められなかったため、12歳及び15歳としてまとめた。

年齢区分は6～8歳, 9～11歳, 12～14歳及び15～17歳の4つとし、18歳については数が少ないため区分に含めなかった。

### 2) アンケート調査と TC 値との関係

健康診査前に配布、回収したアンケート調査のうち、性成熟及びスポーツ実施の項目と TC 値との関係について分析した。

以上、1) 及び 2) については、Student の t-検定法または Welch の t-検定法を用いて、2群間の平均値の差の検定を行った。

### 3) 3年間の追跡

昭和56年時 T 小学校の3～4年生について、3年間追跡調査した成績を対応のある t 検定法によって分析した。

### 4) TC 値と身体測定値との関係

TC 値を目的変数とし、身体測定値を説明変数とし

て、重回帰分析を行った。また、高校生について肥満度（日比式と Broca-柱変法を併用）別に TC の平均値を算出し、2群間の平均値の差の検定を行った。

分析結果

1. 性・年齢別 TC 値

健康診査の受診者は、3年間で延べ3,275名で、受診率は毎年99%であった。3年間の追跡対象者や異常所見を有する者で複数回受診した者を除くと、実人員は2,153名であるが、さらに検査不能者18名を除くと、TC検査実施数は男1,032名、女1,103名、計2,135名であった。

Table 1 に性・年齢別 TC 値及び標準偏差を示した。Fig. 1 には青海町と Okuni ら（東京都）の成績<sup>9)</sup>を比較して、性・年齢別の TC の平均値を図示し、TC 値が 200mg/dl 以上の児の頻度を下方に示した。

青海町は男女児とも、Okuni らの成績と比べて TC 値が低い傾向を示したが、200mg/dl 以上の児の頻度については、両者の間に大きな差は認められなかった。

Table 1 Mean and Standard Deviation of Serum Total Cholesterol in Ohmi Town, Niigata Prefecture.

Age (y/o)	Total No.	B O Y S			G I R L S		
		No.	Mean	S.D.	No.	Mean	S.D.
6	151	75	152.6	24.87	76	158.1	28.56
7	211	94	151.2	21.91	117	158.2	23.50 *
8	188	97	156.7	27.31	91	163.9	26.71
9	186	89	154.6	24.16	97	166.8	28.62**
10	202	100	159.8	28.09	102	160.3	33.43
11	194	83	151.6	29.65	111	152.2	32.87
12	188	85	153.8	27.58	103	159.5	28.38
13	180	98	143.2	26.91	82	163.4	30.04**
14	180	84	145.7	30.53	96	154.5	28.10 *
15	147	67	144.0	29.10	80	156.5	33.42 *
16	129	57	141.9	30.11	72	161.2	26.43**
17	148	83	151.9	32.64	65	161.0	29.46
18	31	20	161.9	31.64	11	171.5	19.57
Total	2,135	1,032	151.3	28.37	1,103	159.8	29.46**

\* Boys < Girls ( P < 0.05 ) } tested by Student-t  
 \*\* Boys < Girls ( P < 0.01 ) } or Welch's-t method

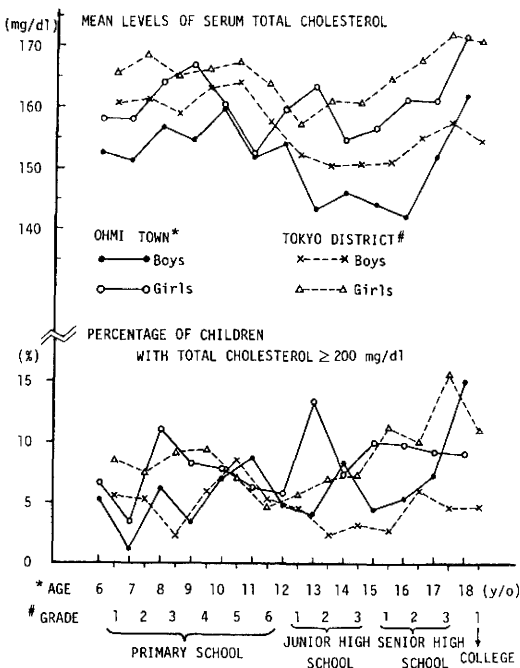


Fig. 1 Change of Total Cholesterol Level by Sex and Age.

2. 性・年齢区別 TC 値

TC の平均値及び標準偏差の記載のある文献<sup>9)-12)</sup>について、4つの年齢区分（6～8、9～11、12～14及び15～17歳）別に筆者が平均値を算出し、青海町と比較して Table 2 に示した。Okuni らの成績<sup>9)</sup>は学年別であるため小1～3年生、小4～6年生、中学生及び高校生の4区分とした。青海町は、他の成績と比較して有意に TC が低い年齢区分が多いが、女兒は男児に比べて大きな差を認めなかった。

年齢区分を6～14歳として、青海町の TC 分布をタイ、ネパール（両者とも須永<sup>13)</sup>による）及び Bogalusa<sup>12)</sup>の分布とともに Fig. 2 に示したが、青海町はタイ、ネパールと Bogalusa との中間に位置している。

また TC が高値を示す者の割合を、米国の成績<sup>14)</sup>と比較して Table 3 に示したが、青海町の割合は、米国の白人小児の割合とはほぼ同程度であった。

3. 性成熟と TC 値との関係

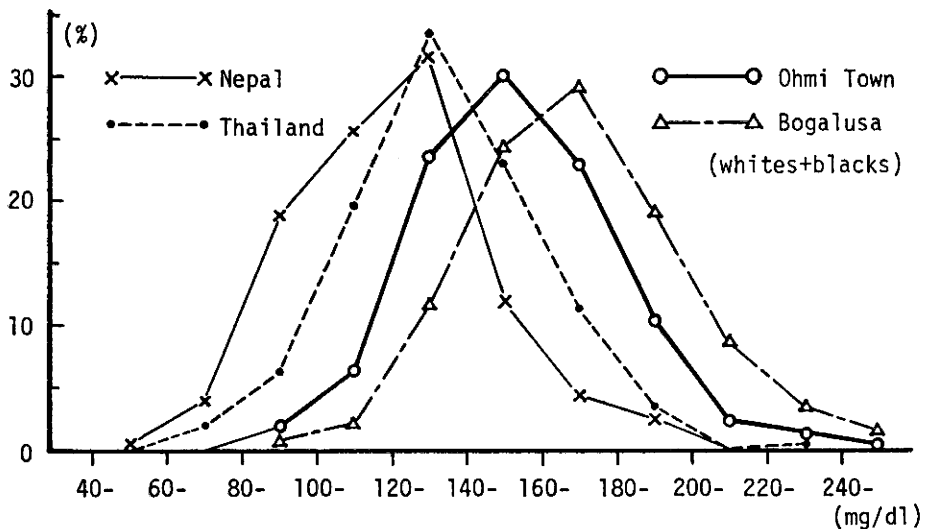
アンケート調査の項目により、男児の声変わり及び女兒の初潮発現を来した者の割合を、田口らの成績（旭川）<sup>15)</sup>と比較して Fig. 3 に示した。男女児とも青海町の割合は、田口らの成績とよく一致している。

男児では13歳、女兒では12歳でそれぞれの割合が50%を超えるため、男児では中1～3年生、女兒では小6～

**Table 2** Comparison of Total Cholesterol Levels by 4 Age-groups.

Reporter	Present Study	Okuni, # et al. (9)	Hayakawa, et al. (10)	Morrison,\$ et al. (11)	Frerichs,\$ et al. (12)
Year of Survey (or reporting)	1981-83	(1980)	1980	1973-75	1972-73
Place of Survey	Ohmi Town	Tokyo	Miyazaki	Cincinnati	Bogalusa
Total Number					
Boys	1,032	3,485	1,289	2,602	1,142
Girls	1,103	4,818	1,279	2,344	1,030
(A) 6~8 Years					
Boys	153.6	160.2 **	166.0 **	161.2 **	163.3 **
Girls	160.0	164.7 *	165.7	164.7 *	164.4
Significance	P<0.001	P<0.001	NS	P<0.05	NS
(B) 9~11 Years					
Boys	155.6	161.1 **	164.5 **	161.5 **	164.1 **
Girls	159.4	161.9	171.0 **	162.2	165.7 *
Significance	NS	NS	P<0.05	NS	NS
(C) 12~14 Years					
Boys	147.4	150.9	158.1 **	157.4 **	157.3 **
Girls	158.9	159.4	174.2 **	158.2	162.3
Significance	P<0.001	P<0.001	P<0.001	NS	P<0.05
(D) 15~17 Years					
Boys	146.6	154.3 **	157.0 **	152.2 *	—
Girls	162.7	167.5 *	172.8 **	155.3 -**	—
Significance	P<0.001	P<0.001	P<0.001	NS	—
Significance (B) > (C)					
Boys	P<0.01	P<0.001	P<0.05	P<0.01	P<0.001
Girls	NS	P<0.01	NS	P<0.01	NS

# (A): 1st to 3rd grade of primary school, \$: white children only  
 (B): 4th to 6th grade of primary school, \* higher than Ohmi Town (P<0.05)  
 (C): 1st to 3rd grade of junior high school, \*\* higher than Ohmi Town (P<0.01)  
 (D): 1st to 3rd grade of senior high school. -\*\* lower than Ohmi Town (P<0.01)

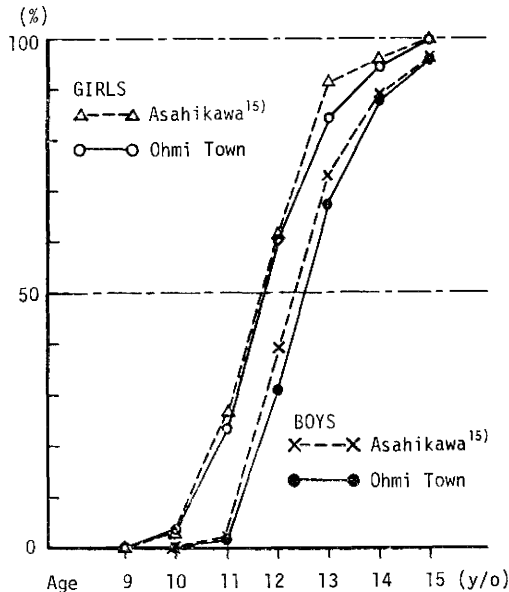


**Fig. 2** Comparison of Total Cholesterol Distribution in Children, ages 6~14years.

**Table 3** Percentage of Children (6~17 Years) with Hypercholesterolemia.

		≥200mg/dl	≥230mg/dl
Bogalusa	white	9 %	1.6 %
	black	13 %	4.1 %
Cincinnati	white	6 %	1.0 %
	black	11 %	2.0 %
Muscatine Study		24 %	5.0 %
Ohmi Town	total	6.9 %	1.55 %
	boys	5.6 %	0.87 %
	girls	8.1 %	2.18 %

Source: Glueck, et al.<sup>14)</sup>



**Fig. 3** Percentage of Menarche in Girls and Voice Change in Boys.

**Table 4** Total Cholesterol Level by Sexual Maturation.

Voice Change or Menarche	BOYS			GIRLS		
	No.	Mean	S.D.	No.	Mean	S.D.
6th grade* (+)				22	159.6	35.59
(-)				75	156.5	33.56
1st grade# (+)	28	145.2	25.82	71	153.1	29.35
(-)	53	155.3	26.39	32	155.8	31.77
2nd grade# (+)	71	139.7	29.06	76	163.3	29.57
(-)	24	152.8	26.57	12	157.7	27.74
3rd grade# (+)	71	145.9	29.22			
(-)	7	149.0	20.49			
total (+)	170	143.2	28.77	169	158.5	30.70
(-)	84	154.0	26.07	119	156.4	32.54
Significance	P < 0.005			NS		

\* Primary School # Junior High School

中2年生について、声変わりまた初潮の有無別に TC の平均値及び標準偏差を求め、Table 4 に示した。

男児では声変わり有りの者は、無しの者に比べて有意に TC 値が低かったが、女児では初潮の有無による有意の差は認められなかった。

**4. スポーツと血清脂質値との関係**

高校生についてアンケート調査の項目により、毎日または週に4回以上定期的にスポーツ活動をしている者を (+), それ以外の者を (-) として、それぞれの TC 平均値及び標準偏差を求め、Table 5 に示した。男女とも (+) の者の方がやや TC 値が低い傾向を示したが、有意の差は認められなかった。また、HDL-C 及び TC に対する HDL-C の割合 (%) については、男、女、計のいずれも両群の間に有意の差を認めなかった。

なお、小・中学生の血清脂質についても検討したが、両群の間に有意の差を認めなかった。

**5. 3年間の追跡結果**

3年間の追跡対象者は192名であるが、昭和57年又は58年の未受診者を除くと、3年間の継続受診者数は、計180名で対象者93.8%にあたる。対応のある t 検定の結果とともに受診成績を Table 6 に示した。なお、

**Table 5** Total Cholesterol Level by Physical Exercises.

Exercises	No.	Mean	S.D.	Significance
Boys (+)	124	146.6	29.63	NS
(-)	72	148.3	35.43	
Girls (+)	45	154.6	24.99	NS
(-)	154	161.5	31.59	
Total (+)	169	148.7	28.69	(P < 0.01)
(-)	226	157.3	33.43	

(+): 4-7 times/week, periodically

(-): Others

**Table 6** Change of Total Cholesterol and HDL-C Levels (1981~83) among 180 Pupils at 3rd and 4th grade of Primary School.

	No.	Mean Level			Significance	
		1981	1982	1983	'81 > '82	'81 > '83
T.C. Boys	96	151.5	147.5	144.7	NS	P < 0.01
Girls	84	160.9	155.3	150.3	NS	P < 0.001
HDL-C Boys	96	57.4	53.7	56.7	P < 0.05	NS
Girls	84	55.7	51.3	53.0	P < 0.01	NS

TC だけでなく、HDL-C についても併せて示した。

男女児とも、TC が2年後に有意の減少を示すのに対して、HDL-C は1年後に有意に減少しており、TC の減少に先行する傾向を示した。

TC 値の分布について3年間の変化を Fig. 4 に、また、昭和56年時の TC 値が 120mg/dl 未満の者14名、190mg/dl 以上の者15名（うち 200mg/dl 以上の者は5名）の変化を Fig. 5 に示した。3年間で全体の分布が低いレベルへ移動しただけでなく、個人の TC 値にも大きな変動が認められた。

6. TC 値と身体測定値との関係

TC 値を目的変数とし、満年齢（歳）、身長（cm）、体重（kg）、皮脂厚（mm、上腕部+背部）を説明変数として、重回帰分析を行った結果を Table 7 に示した。

決定係数は、6~14歳の男女児、15~18歳の男女とも有意性を示す。偏相関係数について TC 値と有意の正の相関を示すのは、6~14歳男児の年齢、皮脂厚及び血圧、同女児の年齢及び皮脂厚、15~18歳男の年齢及び体重である。逆に有意の負の相関を示すのは、6~14歳女児の身長及び15~18歳男の身長であった。

また、高校生について、肥満度別に TC の平均値を求めて Table 8 に示した。男女とも肥満度 120% 以上の群は、肥満度 90~110% 及び90%未満の群に比べて、それぞれ有意に TC 値が高かった。

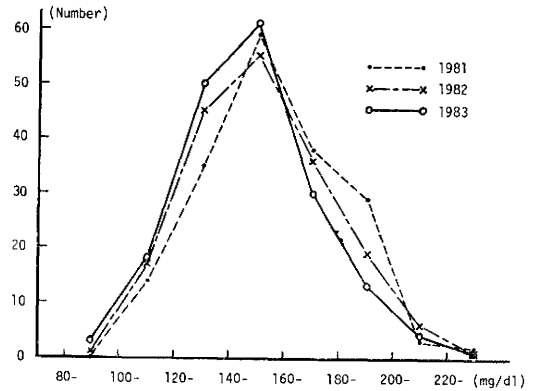


Fig. 4 Change of Distribution of Total Cholesterol (1981~83) among 180 Pupils at 3rd and 4th grade of Primary School.

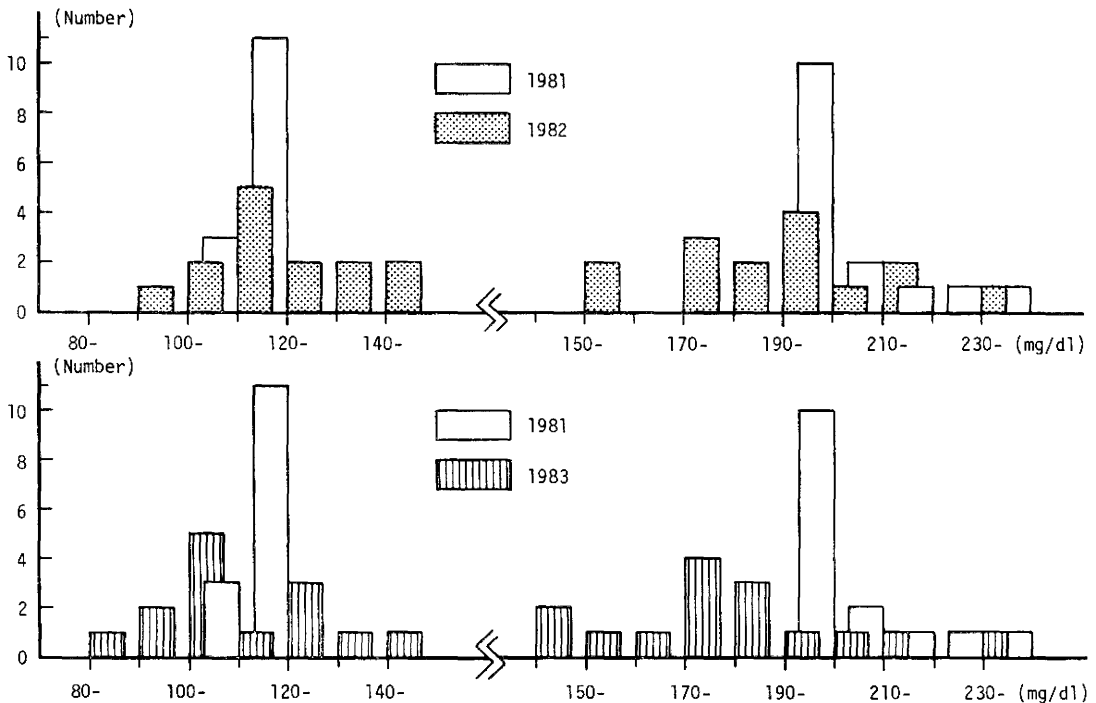


Fig. 5 Change of Total Cholesterol Level (1981~83) among 14 Pupils with Hypocholesterolemia (<120mg/dl) and 15 Pupils with Hypercholesterolemia (≥190mg/dl).

**Table 7** Result of Multiple Regression Analysis.

	6-14 Years		15-18 Years	
	Boys	Girls	Boys	Girls
Total Number	1,093	1,155	215	214
Multiple correlation coefficient squared	0.248**	0.139**	0.299**	0.222**
Partial correlation coefficients				
Age (years)	0.140**	0.066*	0.122	0.042
Height (cm)	-0.216**	-0.069*	-0.215**	-0.097
Weight (kg)	-0.032	-0.013	0.187*	-0.044
Skin fold # thickness (mm)	0.115**	0.074*	-0.075	0.070
Systolic blood pressure (mmHg)	0.083**	-0.028	0.065	0.127

# log<sub>10</sub> \* P<0.01 \*\* P<0.001**Table 8** Total Cholesterol Levels by Obesity Rate (%) among High School Students.

Obesity Rate (%)*	B O Y S			G I R L S		
	No.	Mean	S.D.	No.	Mean	S.D.
(A) 120 -	15	168.3	32.25	21	172.5	30.96
(B) 90 - 119	212	147.9	32.00	177	158.9	29.24
(C) - 89	36	135.7	25.11	16	150.7	30.70
Significance (A) > (B)	P < 0.001		P < 0.05			
(A) > (C)	P < 0.05		P < 0.05			

\* calculated by Hibi's method or Broca-Katsura's method

## 考 察

### 1. 小児期の血清脂質値測定的重要性

TC レベルが成人の IHD の重要な危険因子であることはよく知られている<sup>16)</sup>が、Kannel ら<sup>1)</sup>は、Framingham Study の成績を再検討して、他の因子の有無に関わらず、TC 値が高くなるほど IHD の発生率が高くなることを指摘している。

IHD の発生については、高 TC 血症、特に高 LDL-C 血症に起因する冠状動脈硬化が原因とされる<sup>17)</sup>。Strong ら<sup>18)</sup>は、小児期における冠状動脈硬化の存在を証明しており、わが国でも Sakurai ら<sup>2)</sup>が同様の報告をしている。

このような観点から WHO<sup>19)</sup>は、IHD 予防対策の重点の一つとして、小児期からの血清脂質のスクリーニングを推奨しており、疫学的調査・研究も盛んになってきている。1979年に開催されたカンファレンスでは、現在の5~18歳の平均 TC レベルは約 160mg/dl であるが、達成可能で望ましいレベルは約 140mg/dl である

と結論づけられた<sup>19)</sup>。これを受けて1983年のカンファレンスでは、IHD の予防のためには、高 TC 血症の家族だけでなく、集団全体への施策が必要であることを勧告し<sup>20)</sup>、様々な観点から検討が加えられた<sup>21)</sup>。

### 2. 日本人の TC レベルの特徴

IHD の発生率及び死亡率に関して、わが国は欧米諸国に比して低率であり<sup>16)</sup>、年齢補正死亡率も非常に低いことが知られている<sup>22)</sup>。

一般に小児の TC レベルは、成人のレベルとよく相関し、成人の IHD の発生率及び死亡率とも強い関係を示すと言われる<sup>20)</sup>。しかしながらわが国だけは例外であり、IHD の死亡率が低く、成人の TC レベルが欧米に比して低いにも関わらず、小児の TC レベルは欧米小児とほぼ同程度であることが報告されている<sup>5)</sup> 21)。

これに関して Sekimoto ら<sup>5)</sup>は、Okinaka<sup>23)</sup>の報告との比較検討を行い、日本人の平均 TC レベルは20年前に比べて約 15mg/dl 上昇し、特に20歳未満では米国のレベルを上回っていることを指摘しており、日本でも近い将来、IHD の死亡が急増することを予測している。

しかしながら、Sekimoto ら（昭和55年）の10~19歳の人数2,293人に対して、Okinaka（昭和35年）の人数は135人と少数であり、また Sekimoto らと同様、大都市の小児だけを対象としているため、必ずしも日本の小児全体を代表しているとは限らない。

また、Okinaka が Zak-Henly 法<sup>24)</sup> 25) を用いているのに対し、Sekimoto らは酵素法を用い、両法の値は大差がないとしているが、測定方法の異なった両者の成績を比較する場合は慎重でなければならない。

新潟県医師会の調査<sup>26)</sup>では、昭和59年新潟県内の臨床検査施設150か所中、COD-酵素系を用いているのは、144施設で、そのうち、COD-POD-フェノール系が122施設と最も多い。測定機器別には、分光光度計が62施設、ディスクリット方式（自動）が61施設と多いが、前者による平均値は後者に比べて有意に(P<0.01)高くなっている。また、使用されている試薬は20種類で、変異係数は3.51~11.29%とバラツキが見られ、試薬別の平均値について有意の差(P<0.05~0.001)が認められる。

このように、測定の手技、機器、試薬等によって、TC 測定値は大きく異なるため、LRC では、血清脂質値の測定について標準法<sup>8)</sup>を定めており、筆者らもこの方法を参考にしたが、TC レベルを比較する場合は、測定方法について十分考慮しなければならない。

### 3. 日本の小児の TC レベル

Table 2 に掲げた中では、筆者らが分光光度計を用いているのに対し、他の報告<sup>9)~12)</sup>では自動分析機を用いている。自動分析機とはいっても、現在そのほとんどは酵素法によるキットを使用しており、前述した分光光度計と自動分析機との差は、主として水溶性標準液によると言われている<sup>27)</sup>。

Table 2 では、Okuni ら<sup>9)</sup>及び早川ら<sup>10)</sup>の成績は、米国の白人小児の成績<sup>11) 12)</sup>とほぼ同程度と考えられるのに対し、青海町は特に男児が、他の成績より 10mg/dl ほど低い場合が多い。地方の小児が大都市の小児に比して低い TC レベルを示すことは、大國ら<sup>28)</sup>も報告しており、成人で同様の傾向が認められるとする報告も多い<sup>29)~31)</sup>ことから、青海町が特異な存在であるとは言えない。

また、Fig. 1 及び Table 3 から、青海町で高 TC 値を示す児の割合は、Okuni ら<sup>9)</sup>及び米国の白人小児<sup>14)</sup>の割合と同程度であるが、Fig. 2 で 6~14 歳のうち TC 値が 120mg/dl 未満の児の割合は、青海町が 8.4%、Bogalusa Heart Study<sup>12)</sup> (以下、BHS と略す) では約 3% である。青海町では、TC が高値を示す児の割合が他の成績と変わらないのに反して、低値を示す児の割合が多いため、平均値が低めになっているものと考えられる。

BHS では 12, 15~17 歳の日本人小児の検査を実施し、日本人小児の TC レベルは Bogalusa の白人及び黒人小児と同程度であるが、日本人小児の TG 及び VLDL-C の値は、BHS の成績に比べて有意に高いことを報告している<sup>21)</sup>。

日本の大都市小児の TC レベルが欧米小児並みであることは、日本人小児が欧米型の食事を好むようになってきており、昔に比べて食事の脂肪含有量が多くなってきたためであると説明されている<sup>21)</sup>。したがって、地方の小児の TC レベルが低めであることは、地方と大都市との食習慣の違いによるものと考えられる。

いずれにしても、地方の小児の血清脂質値に関する報告は少なく、日本の小児の TC レベルを大都市のデータだけで代表させるのは無理があるため、測定の方法を明確に定めた、共同研究としての大規模な疫学調査が必要である。また LRC<sup>32)</sup>のように、集められたデータをプールして検討することも重要である。

### 4. 成長期における TC レベルの変動

Table 2 において男児の 9~11 歳と 12~14 歳を比較すると、全ての報告で後者の TC レベルの方が有意に

低くなっており ( $P < 0.05 \sim 0.001$ )、その他多くの報告において、特に男児では 10~13 歳から、TC レベルの低下が始まるということが認められている<sup>33)~36)</sup>。BHS の成績について Berenson ら<sup>33)</sup>は、いわゆる思春期において、TC だけでなく HDL-C も大きく減少すること、特に白人男児では顕著な減少が認められること、また原因としては、性ホルモンの作用が考えられることを報告している。さらに Morrison ら<sup>34)</sup>は、Tanner<sup>37)</sup>の性成熟度別に血漿脂質値を検討して、性成熟度が進むにつれて TC レベルは低下し、またこれは、HDL-C の低下によるところが大きいと報告している。

Table 4 に示したとおり青海町の男児では、Tanner<sup>37)</sup>の性成熟度によらずとも、性成熟度が低いと考えられる声がり無し群の方が、TC レベルが有意に高いことを示した。女児については、Table 2 で TC レベルが有意の低下を示していないためか、初潮の有無による有意差は認められなかった。

### 5. 追跡調査について

Laskarzewski ら<sup>38)</sup>は初年次 7~14 歳の 108 名について 5 年間の追跡調査を実施し、初年次 TC 値が 90 パーセントイル以上の 13 名のうち、1 年後にも 90 パーセントイル以上を示した児は 7 名で、4 年後には 6 名と変動が認められることを報告しており、このような変動は平均への回帰 (regression toward the mean)<sup>39)</sup>で説明できるとしている。

Fig. 6 に示したように T 小学校の追跡調査結果では、TC 値が 190mg/dl 以上の児は、昭和 56 年の 15 名中 57 年 4 名及び 58 年 3 名 (200mg/dl 以上は 5 名中、4 名及び 2 名) と減少し、120mg/dl 未満の児はそれぞれ 14 名中、8 名及び 9 名となっている。後者の分布をみると、初年次よりさらに低いレベルに移動した児も認められる。

対象の 3, 4 年生は、2 年後には 11~13 歳と TC 値が大きく変動する年齢に達しており、しかも、Table 6 に示したように TC とともに HDL-C も減少しているため、TC の減少は HDL-C の減少によるところが大きいとする報告<sup>38) 34)</sup>と、同様の結果となっている。

したがって、個人の TC 値の変動については、確かに平均への回帰現象として説明できる場合もあるだろうが、追跡の対象とする年齢によっては、4 で述べた成長期の変動による影響の方が、より大きいと考えられる場合もあるため、十分注意する必要がある。

Clarke ら<sup>40)</sup> (Muscatine) は、TC 値が身長、体重と同様に数年後の値との相関が良好であるため、いわゆ



る“tracking”が認められることを報告しているが、集団全体では Laskarzewski ら (Cincinnati)<sup>38)</sup> もこの現象を支持している。青海町の TC 値について昭和56年と57年、56年と58年の相関係数は0.801, 0.815であり、BHS<sup>41)</sup> の1年後0.64~0.75, Cincinnati<sup>38)</sup> の2年後0.65, Muscatine<sup>40)</sup> の2年後0.63~0.73よりも高くなっている。

また HDL-C についても、青海町の相関係数はそれぞれ0.700, 0.721であり、BHS<sup>41)</sup> の1年後は0.34~0.56で、Cincinnati<sup>38)</sup> の2年後は0.60である。対象の年齢層はそれぞれ異なるが、成長期だけを対象とした青海町の方が、HDL-C についても高い値を示している。

### 6. TC レベルと種々の危険因子について

高 TC 血症の危険因子の中で、最も明確であり、また重要であるのは遺伝因子である。一般人口集団の担っている家族性高 TC 血症の遺伝子は、0.2~0.4% であり、家族性高 TG 血症については1% であると言われている<sup>21)</sup> が、青海町については、別に報告する予定である。

次に重要なのは食事因子であり、脂肪の多い食事、特に飽和脂肪酸の多い食事が冠状動脈硬化の誘因となり、CHD の発生を高めていることはよく知られている<sup>42)~44)</sup>。例えば BHS の成績によると、12か月児の TC 及び LDL-C は、食事中の総エネルギー、動物性脂肪及びコレステロール量とそれぞれ有意な正の相関関係を示し<sup>42)</sup>、また牛乳栄養児は、市販ミルクで育った児よりも有意に TC 及び LDL-C が高いことが認められている<sup>43)</sup>。また日本では若生<sup>44)</sup> が、人工栄養児は母乳栄養児に比べて、有意に TC 値が高いことを報告している。

運動については Table 5 に示したように、男女とも定期的に運動を実行している者の方が、TC レベルが低い傾向がみられるものの、有意の差は認められなかった。高 TC 血症を有する個人またはグループに対しては、運動の有効性が認められている<sup>20) 45)</sup> が、学校の児童、生徒の TC レベルについての詳細な報告は認められない。

身体測定値との関係について Frerichs<sup>46)</sup> は、重回帰分析の結果を基に、上腕部皮脂肪厚が TC 及び LDL-C と有意な正の相関関係を示すこと、白人男児では、肥満度が高いほど TC レベルが高いことを報告している。また同じく BHS の成績から、TC 及び TG 値が95パーセントイル以上の者は、比体重が90パーセントイル以上の者に多いことが報告されている<sup>21)</sup>。

Table 7 で青海町の6~14歳については、男女児とも、皮脂肪厚（上腕部+背部）が TC 値と有意な正の相関関係を示しており、BHS<sup>46)</sup> では上腕部のみあるが、同様の結果となる。15~18歳男では、身長が負の相関関係を、体重が正の相関関係を示しているが、体重の代わりに比体重 (kg/m<sup>3</sup>) を説明変数とすると、比体重のみが有意となり、肥満が重要な危険因子であることを裏付ける。

また、Table 8 で高校生のうち肥満度の高い方が TC レベルも高いことを示したが、Okuni ら<sup>9)</sup> も高校生男子について同様の報告をしている。しかしながら、痩せた小児や体重が正常域の小児の中にも、高脂血症を示す者が存在するため、十分な注意が必要である。

その他の因子として、個性、ストレス、喫煙、避妊薬の服用等、成人において危険因子とされるものの多くは、小児においても同様に高脂血症の危険因子<sup>21)</sup> であると言われている。

以上のような危険因子を考慮して、1983年のカンファレンスでは、地域全体に対する介入研究 (intervention study) の重要性を主張し、その反対に、事後指導体制の整わない調査研究の有害性についても言及している<sup>20)</sup>。

Finland の North Karelia Project<sup>47)</sup> では2年間の介入研究の結果、食事における脂肪エネルギー比及び不飽和脂肪酸対飽和脂肪酸の比 (P/S 比) が改善しただけでなく、小児の TC レベルも大きく減少したことが報告されている。

日本でも厚生省の小児慢性（臓器系）研究班が、昭和58年に小児の高脂血症の目安として 200mg/dl を基準とすることを提唱し、また高脂血症児童・生徒の生活指導（案）を発表している<sup>48)</sup>。また、昭和59年度からは厚生省の原発性高脂血症研究班<sup>49)</sup> が発足しており、今後の成果が期待されるところである。

## 結 語

本研究の第1編<sup>9)</sup> では、西頸城郡青海町の小・中学生及び高校生を対象として、小児の血圧測定値について分析を行ったが、本編では、同じ対象について血清脂質値の分析を試みた。

わが国においても、大都市の小児については、TC レベルが欧米小児とほぼ同程度であると報告されているが、地方の小児の血清脂質値については、これまで詳細に検討されてはいなかった。

青海町の TC レベルは、日本の大都市や欧米と比較

して、特に男児が低くなっているが、高 TC 血症の児の割合については、大きな差が認められなかったことを示した。ただし、日本人小児の TC レベルを検討する場合、共同研究において大都市だけでなく、地方のデータをもブールする必要性のあることを強調した。

また、3年間の追跡調査の結果を示し、特に男児について成長期における TC 値の顕著な減少を明らかにした。さらに、高脂血症の様々な危険因子についても検討を加えたが、小児においても、肥満が重要な因子であることを示した。

なお、本調査で発見された高脂血症児は、全員が医療機関を受診し、そのほとんどは経過観察とされ、青海町及び糸魚川保健所を中心として両親を含めた保健指導が実施されている。両親の検査結果から初めて家族性高脂血症の存在が明らかにされた例もあるため、学校保健におけるスクリーニングが重要であるとともに、成人保健との連携が確立されていないことを痛感させられた。

本調査は、新潟県健康システム開発事業及び新潟県国民健康づくりモデル事業の一環として実施された。新潟県環境保健部をはじめ、直接調査の中心として御活躍いただいた青海町、地元医師会及び糸魚川保健所の関係者の方々に対して、深甚の謝意を表する次第であります。

### 参 考 文 献

- 1) Kannel, W.B., et al.: Cholesterol in the prediction of atherosclerotic disease, New perspectives based on Framingham Study, *Ann. Int. Med.*, **90**: 85~91, 1979.
- 2) Sakurai, I., et al.: Childhood coronary sclerosis, *Acta Path. Jap.*, **28**: 41~52, 1978.
- 3) Mabuchi, H., et al.: Homozygous familial hypercholesterolemia in Japan, *Am. J. Med.*, **65**: 290~297, 1978.
- 4) 市橋保雄: 児童生徒の心身発達の特徴 —医学的立場から, *日本医師会雑誌*, **91**: 629~640, 1984.
- 5) Sekimoto, H. (Chairman), et al.: Changes of serum total cholesterol and triglyceride levels in normal subjects in Japan in the past twenty years, *Jpn. Circ. J.*, **47**: 1351~1358, 1983.
- 6) 遠藤和男, 他: 小・中学生及び高校生の健康状態についての疫学的調査研究 (第1編) 血圧測定値についての分析, *新潟医誌*, **99**: 502~510, 1985.
- 7) Allain, C.C., et al.: Enzymatic determination of total serum cholesterol, *Clin. Chem.*, **20**: 470~475, 1974.
- 8) 内藤周幸: アメリカにおける血漿脂質ならびにリポ蛋白測定法の標準化—Lipid Research Clinicにおける測定法便覧 (4), *医学のあゆみ*, **94**: 539~362, 1975.
- 9) Okuni, M., et al.: Risk factors of arteriosclerosis in Japanese children, *Jpn. Circ. J.*, **44**: 69~75, 1980.
- 10) 早川国男, 浜田亮亮: 小児の血清脂質値およびリポ蛋白値, 厚生省心身障害研究・小児慢性疾患 (臓器系) 研究班昭和55年度報告書, pp. 84~85, 同研究班 (東京), 1981.
- 11) Morrison, J.A., et al.: Plasma cholesterol and triglyceride levels in 6775 school children, ages 6~17, *Metabolism*, **26**: 1199~1211, 1977.
- 12) Frerichs, R.R., et al.: Serum cholesterol and triglyceride levels in 3,446 children from a biracial community, The Bogalusa Heart Study, *Circulation*, **54**: 302~309, 1976.
- 13) 須永 寛: 国際保健からみた公衆衛生の諸問題, 須永寛教授退官記念誌, pp. 7~16, 新潟大学医学部公衆衛生学教室 (新潟), 1985.
- 14) Glueck, C.J., et al.: Risk factors for coronary artery disease in children: Recognition, evaluation, and therapy, *Pediatrics in Review*, **2**: 131~138, 1980.
- 15) 田口哲夫, 奥野晃正: 発育不全・肥満, 小児科 MOOK, No. 9, pp. 249~264, 金原出版 (東京), 1979.
- 16) WHO: Prevention of coronary heart disease, WHO Techn. Rep. Ser., No. 678, WHO (Geneva), 1982.
- 17) McMillian, G.C., et al.: Development of arteriosclerosis, *Am. J. Cardiol.*, **31**: 542~546, 1973.
- 18) Strong, J.P., McGill, H.C.Jr.: The pediatric aspects of atherosclerosis, *Atheroscler. Res.*, **9**: 25~69, 1969.
- 19) Blackburn, H. (Chairman), et al.: Conference on the health effects of blood lipids: Optimal distribution for population—Workshop Report: Epidemiological Section, *Prev. Med.*, **8**: 612~678, 1979.

- 20) **Wynder, E.L. (Chairperson):** Summary and recommendations of the conference on blood lipids in children: Optimal levels for early prevention of coronary artery disease, *Prev. Med.*, **12**: 728~740, 1983.
- 21) **Berenson, G.S., Epstein, F.H. (Chairpersons):** Conference on blood lipids in children: Optimal levels for early prevention of coronary artery disease —Workshop Report: Epidemiological Section, *Prev. Med.*, **12**: 741~797, 1983.
- 22) **Aoki, N., et al.:** International Mortality Statistics for All Causes, Cerebrovascular Disease, Ischemic Disease and Diabetes Mellitus (1958~1978), National Cardiovascular Center Research Institute (Osaka), 1983.
- 23) **Okinaka, S. (Chairman):** Total serum cholesterol levels in normal subjects in Japan, *Jpn. Circ. J.*, **29**: 505~510, 1965.
- 24) **Zak, B.:** Simple rapid microtechnic for serum total cholesterol, *Am. J. Clin. Path.*, **27**: 583~588, 1957.
- 25) **Henly, A.A.:** The determination of serum cholesterol, *Analyst*, **82**: 286~287, 1957.
- 26) **新潟県衛生部, 新潟県医師会:** 昭和59年度(第5回)臨床検査精度管理調査結果報告書, pp. 13~15, 新潟県医師会(新潟), 1985.
- 27) **正路喜代美:** コレステロール —自動化分析法—, *臨床検査学雑誌*, **8**: 1062~1067, 1980.
- 28) **大国真彦, 梁 茂雄:** 静岡県東部地方における学童の血清脂質調査について, 厚生省心身障害研究・小児慢性疾患(臓器系)研究班昭和54年度報告書, pp. 73~74, 同研究班(東京), 1980.
- 29) **高橋 弘:** 地域・職種別にみたわが国の脳卒中, 虚血性心疾患の発生要因についての検討—とくに肥満, 脂質代謝異常についての検討を中心として—, *大阪医誌*, **26**: 227~252, 1974.
- 30) **玄場昭夫:** 脂質検査の正常値(参考値), *臨床検査学雑誌*, **8**: 973~979, 1980.
- 31) **上島弘嗣:** 循環器疾患の発生率の異なる集団の血清総コレステロール値と食物摂取状況およびその関連性, *日本公衛誌*, **28**: 264~278, 1981.
- 32) **Christensen, B., et al.:** Plasma cholesterol and triglyceride distributions in 13,665 children and adolescents: the prevalence study of the Lipid Research Clinics Program, *Pediat. Res.*, **14**: 194~202, 1980.
- 33) **Berenson, G.S., et al.:** Dynamic changes of serum lipoproteins in children during adolescence and sexual maturation, *Am. J. Epidemiol.*, **113**: 157~170, 1981.
- 34) **Morrison, J.A., et al.:** Lipids, lipoproteins, and sexual maturation during adolescence: The Princeton Maturation Study, *Metabolism*, **28**: 641~649, 1979.
- 35) **Ohchard, T.J., et al.:** Changes in blood lipids and blood pressure during adolescence, *Brit. Med. J.*, **28**: 1563~1567, 1980.
- 36) **常俊義三, 加納栄三:** 高脂血症小児の生活指導指針に関する研究, 厚生省心身障害研究・小児慢性疾患(臓器系)研究班昭和55年度報告書, pp. 85~87, 同研究班(東京), 1981.
- 37) **Tanner, J.M.:** Growth at adolescence, 2nd ed., pp. 32~37, Blackwell Scientific Publications Ltd. (Oxford), 1962.
- 38) **Laskarzewski, P., et al.:** Lipid and lipoprotein tracking in 108 children over a four-year period, *Pediatrics*, **64**: 584~591, 1979.
- 39) **Anderson, S., et al.:** Statistical Method for Comparative Studies, Techniques for Bias Reduction, John Wiley and Sons, Inc., 1980. (重松逸造, 柳川洋監訳: 疫学・臨床医学における比較研究の統計学, pp. 58~60, ソフトサイエンス社(東京), 1981).
- 40) **Clarke, W.R., et al.:** Tracking of blood lipids and blood pressures in school age children: The Muscatine Study, *Circulation*, **58**: 626~634, 1978.
- 41) **Frerichs, R.R., et al.:** Cardiovascular disease risk factor variables in children at two successive years, The Bogalusa Heart Study, *J. Chron. Dis.*, **32**: 251~262, 1979.
- 42) **Berenson, G.S., et al.:** Cardiovascular risk factor variables during the first year of life, *Am. J. Dis. Child.*, **133**: 1049~1057, 1979.
- 43) **Farris, R.P., et al.:** Influence of milk source on serum lipids and lipoproteins during the first year of life, *Am. J. Clin. Nutr.*, **39**: 42~49, 1982.

- 44) 若生 宏: 幼児・学童(3~9才)の血清総コレステロール, HDL-コレステロールについて, 厚生省心身障害研究・小児慢性疾患(臓器系)研究班昭和54年度報告書, pp. 72~75, 同研究班(東京), 1981.
- 45) Haskell, W.L.: Exercise-induced changes in plasma lipids and lipoproteins, *Prev. Med.*, **13**: 23~36, 1984.
- 46) Frerihcs, R.R., et al.: Relation of serum lipids and lipoproteins to obesity and sexual maturity in white and black children, *Am. J. Epidemiol.*, **108**: 486~496, 1978.
- 47) Puska, P., et al.: The North Karelia Youth Project: Evaluation of two years of intervention on health behavior and CVD risk factors among 13- to 15-year-old children, *Prev. Med.*, **11**: 550~570, 1982.
- 48) 藪内百治(分担研究者), 他: 高脂血症児童・生徒の生活指導指針(案), 厚生省心身障害研究・小児慢性疾患(臓器系)研究班, 昭和57年度報告書, pp. 101~106, 同研究班(東京), 1983.
- 49) 垂井清一郎(班長), 他: 厚生省特定疾患・原発性高脂血症研究班, 昭和58年度報告書, 同研究班(東京), 1984.

(昭和60年12月3日受付)