

EPIDEMIOLOGICAL STUDIES OF CORONARY HEART DISEASE AND STROKE IN JAPANESE
MEN LIVING IN JAPAN, HAWAII AND CALIFORNIA

日本、Hawaii および California に居住する日本人男子における冠動脈性心臓疾患
および脳卒中に関する疫学的調査

SERUM LIPIDS AND DIET

血 清 脂 質 と 食 餌

HIROO KATO, M.D., M.P.H. 加藤寛夫

JEANNE TILLOTSON

MILTON Z. NICHAMAN, M.D.

GEORGE C. RHOADS, M.D.

HOWARD B. HAMILTON, M.D.



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION

国立予防衛生研究所—原爆傷害調査委員会

JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE

TECHNICAL REPORT SERIES

業 績 報 告 書 集

The ABCC Technical Reports provide the official bilingual statements required to meet the needs of Japanese and American staff members, consultants, advisory groups, and affiliated government and private organizations. The Technical Report Series is in no way intended to supplant regular journal publication.

ABCC 業績報告書は、ABCC の日米専門職員、顧問、諮問機関ならびに政府および民間の関係諸団体の要求に応ずるための日英両語による公式報告記録であって、業績報告書集は決して通例の誌上発表論文に代わるものではない。

CONTENTS
目次EPIDEMIOLOGICAL STUDIES OF CORONARY HEART DISEASE AND STROKE IN JAPANESE
MEN LIVING IN JAPAN, HAWAII AND CALIFORNIA

日本, Hawaii および California に居住する日本人男子における冠動脈性心臓疾患
および脳卒中に関する疫学的調査

SERUM LIPIDS AND DIET

血清脂質と食餌

HIROO KATO, M.D., M.P.H. 加藤寛夫

JEANNE TILLOTSON

MILTON Z. NICHAMAN, M.D.

GEORGE C. RHOADS, M.D.

HOWARD B. HAMILTON, M.D.



ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION
HIROSHIMA AND NAGASAKI, JAPAN

A Cooperative Research Agency of
U.S.A. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES—NATIONAL RESEARCH COUNCIL
and

JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH OF THE MINISTRY OF HEALTH AND WELFARE

with Funds Provided by

U.S.A. ATOMIC ENERGY COMMISSION

U.S.A. NATIONAL CANCER INSTITUTE

U.S.A. NATIONAL HEART AND LUNG INSTITUTE

U.S.A. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

JAPANESE NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH

原 爆 傷 害 調 査 委 員 会

広島および長崎

米国学士院—学術会議と日本国厚生省国立予防衛生研究所
との日米共同調査研究機関

米国原子力委員会, 米国癌研究所, 米国心臓・肺臓研究所
米国環境保護庁および日本国厚生省国立予防衛生研究所
の研究費による

CONTENTS

目次

Summary	要約	1
Introduction	緒言	2
Methods	方法	2
Results	結果	4
Discussion	考察	13
References	参考文献	17

Table 1. Number of examined subjects by 12 groups classified by age and relative weight

表	年齢・比体重別分類に基づく12の群における被検者数	3
2.	Mean levels of serum cholesterol, triglyceride and nutrients intake on 24 hrs recall study in the three areas: Japan, Hawaii and San Francisco 日本, Hawaii, San Francisco 3地区における血清コレステロールとトリグリセリド平均値および24時間記憶調査に基づく平均栄養摂取量	4
3.	Summary of statistical tests on the regression coefficients between serum cholesterol and nutrients intake 血清コレステロールの栄養摂取量への回帰係数の統計学的検定の要約	7
4.	Regression coefficient between serum cholesterol and saturated fat intake by age and relative body weight 血清コレステロールの飽和脂肪摂取量への回帰係数: 年齢・比体重別	8
5.	Regression coefficient between serum cholesterol and saturated fat intake in the groups classified by amount of complex carbohydrate intake 多糖類摂取量別に分類した各群における血清コレステロールの飽和脂肪摂取量への回帰係数	10
6.	Simple correlation coefficients between serum cholesterol and nutrient intake 血清コレステロールと栄養摂取量の単純相関係数	11
7.	Stepwise regression: Serum cholesterol and 17 nutrients 段階的回帰分析: 血清コレステロールと17種類の栄養素	12
8.	Regression coefficients between triglyceride and nutrient intake by relative weight トリグリセリドの栄養摂取量への回帰係数: 比体重別	12
9.	Mean nutrient intakes of subgroups in high and low quartiles of serum cholesterol 血清コレステロールの上方四分位および下方四分位に当たる細区分群の平均栄養摂取量	15

Figure 1. Cumulative percentage of subjects by serum cholesterol level

図	被検者の血清コレステロール値別累積百分率	5
2.	Frequency distribution of dietary saturated fat and dietary complex carbohydrate intake 食品中飽和脂肪および多糖類摂取量の度数分布	6
3.	Mean serum cholesterol by saturated fat intake by study area, and relative weight 飽和脂肪摂取量別にみた血清コレステロール平均値: 調査地域別および比体重別	8
4.	Mean serum cholesterol by complex carbohydrate intake and study area 多糖類摂取量別にみた血清コレステロール平均値: 調査地域別	9
5.	Mean serum cholesterol by calories per body weight and study area 単位体重当たりのカロリー別にみた血清コレステロール平均値: 調査地域別	11

Approved 承認 13 July 1972

EPIDEMIOLOGICAL STUDIES OF CORONARY HEART DISEASE AND STROKE IN JAPANESE MEN LIVING IN JAPAN,
HAWAII AND CALIFORNIA

日本, Hawaii および California に居住する日本人男子における冠動脈性心臓疾患および
脳卒中に関する疫学的調査

SERUM LIPIDS AND DIET

血清脂質と食餌

HIROO KATO, M.D., M.P.H. (加藤寛夫)^{1*}; JEANNE TILLOTSON²; MILTON Z. NICHAMAN, M.D.³;
GEORGE C. RHOADS, M.D.⁴; HOWARD B. HAMILTON, M.D.⁵

Department of Statistics, ABCC¹; National Heart and Lung Institute, Clinical Application Program, Bethesda, Maryland²; Nutrition Program,
Center for Disease Control, Atlanta, Georgia³; Quaker Service, Lagos, Nigeria⁴; Department of Clinical Laboratories, ABCC⁵

ABCC 統計部¹; Maryland 州 Bethesda 市米国心臓・肺臓研究所臨床応用班²; Georgia 州 Atlanta 市疾病制御センター栄養調査班³;
ナイジェリア国 Lagos 市 Quaker 教奉仕団⁴; ABCC 臨床検査部⁵

SUMMARY

The relationship between serum lipids (i.e., serum cholesterol and casual serum triglycerides) and dietary intake was investigated in men of Japanese ancestry resident in Japan, Hawaii, and San Francisco as part of a large-scale comparative study of cardiovascular diseases. The study provided a good opportunity for such an effort because dietary intake patterns varied remarkably among the three cohorts although their genetic background is essentially the same.

Serum cholesterol showed a positive regression with dietary intake of saturated fat, animal protein, and dietary cholesterol. The regression with saturated fat was more strongly observed in Japan where average body weight and serum cholesterol levels are considerably lower than in the more Americanized cohorts, and where average dietary fat intakes are roughly 40% of those recorded in Hawaii and California. Interestingly, the relationship between saturated fat intake and serum cholesterol was stronger in the groups with lower relative body weight in both Japan and Hawaii. Serum cholesterol was negatively associated with complex carbohydrate intake, but no association was observed with simple carbohydrate. Regression of nutrient variables with casual triglyceride measurements was weak, although consistently negative with the calorie/weight index.

要 約

日本, Hawaii および San Francisco に居住する日系男子の心臓血管疾患に関する大規模な比較調査の一環として血清脂質, すなわち, 血清コレステロール値および絶食しないで測定した血清トリグリセリド値と栄養摂取量との関係を検討した. この三つの調査集団の遺伝学的背景はほとんど同一であるのに, 食習慣は著しく異なっているので, この種の検討には絶好の機会が得られた.

血清コレステロール値は, 飽和脂肪, 動物性蛋白質および食品コレステロールの摂取量に対して正の回帰を示した. 特に, Hawaii および California における西洋化の進んだ群に比べて平均脂肪摂取量が40%程度にすぎず, また, 平均体重も血清コレステロール値もかなり低いと認められた日本における調査集団のほうが, 飽和脂肪摂取量への回帰が顕著であった. 飽和脂肪摂取量と血清コレステロール値との関係は, 日本, Hawaii のいずれにおいても比体重の小さい群のほうがより著しかったことは興味のあるところであった. 血清コレステロール値は, 多糖類と負の関連を示したが, 単糖類とはなんらの関連も認められなかった. 絶食しないで求められた血清トリグリセリド値は, カロリー/体重比指数に対し一貫して負の回帰を示したが, 各栄養素に対する関連は微弱であった.

*Hiroshima Branch Laboratory, Japanese National Institute of Health, Ministry of Health and Welfare

厚生省国立予防衛生研究所広島支所

INTRODUCTION

International epidemiologic studies¹ as well as prospective studies in the United States^{2,3} have shown that the incidence of coronary heart disease (CHD) increases with the serum cholesterol level. Although there is conflicting evidence in the literature,⁴ there is much to support the findings of Keys et al¹ of generally high serum cholesterol levels in areas with high mean intakes of dietary fat. While Keys and associates have found a correlation between serum cholesterol and dietary saturated fatty acid intake in comparisons of the population groups studied, it has not been possible to show such a relationship within these groups. Other investigators have had similar results within groups they have studied.⁵

A large scale comparative study of cardiovascular diseases is in progress on men of Japanese ancestry in Japan (Hiroshima and Nagasaki), Hawaii (Honolulu), and California (San Francisco): A detailed research protocol has been reported elsewhere.⁶ A significant advantage of this study is that an opportunity is provided to determine the risk factors of cardiovascular disease, among subjects having essentially the same genetic background, but different dietary and possibly, other environmental patterns.

This report is confined to the investigation of the relationship between serum lipids (i.e., cholesterol and triglyceride) and dietary intake as part of the above comparative study.

METHODS

A 24-hour-recall dietary interview⁷ was administered to all subjects during the 1st cycle of examinations conducted in 1965-67 in Japan and Hawaii, and to a subsample of the cohort in San Francisco in 1970. This study was conducted using the same method in all three areas, and efforts were made to insure that the data obtained would be comparable. The use of a standardized food grouping system adapted from the Japanese food composition tables made the nutrient comparisons possible. Thus, it was possible to prepare for each area comparable tabulations of protein intake from primarily animal or vegetable sources; fat, primarily 'saturated' or 'unsaturated'; and carbohydrate, principally simple or complex. It should be mentioned that classification of the fats in this paper is based on an intercenter food grouping system, in the absence of complete information on the fatty acid content of foods.

Serum cholesterol and casual triglyceride levels were determined at the same visit as the dietary interview except that in Japan the serum triglyceride

緒 言

国際的な疫学的研究¹や米国における計画調査^{2,3}によれば、冠動脈性心臓疾患の発生率は血清コレステロール値とともに増加することが認められている。文献では矛盾する報告もあるけれども、⁴ 食品脂肪の平均摂取量の多い地域では、血清コレステロール値が一般に高いという Keys らの¹の所見を支持する報告が多い。Keys らの調査した各集団間の比較で、血清コレステロールと食品飽和脂肪酸摂取量との相関関係が認められたが、各集団内ではこの種の関係を見いだすことはできなかった。その他の研究者の調査した集団内における結果もほぼ同様であった。⁵

日本(広島・長崎両市)、Hawaii (Honolulu 市)および California (San Francisco 市)に居住する日系男子について、心臓血管疾患の大規模な比較調査が行なわれている。その詳しい研究計画は別に報告されている。⁶ この調査では、対象者の遺伝的背景はほとんど同一であるが、食習慣あるいはおそらくはその他の環境因子も異なるため、心臓血管疾患の危険因子を決定する機会が得られるという大きな利点がある。

本報告では、上述の比較調査の一環として行なわれた血清脂質、すなわち、コレステロールおよびトリグリセリドと栄養摂取量との関係の調査のみを記述する。

方 法

日本および Hawaii では、1965年から1967年にかけて実施した第1回周期検診の際に対象者全員について、また、San Francisco では1970年に調査集団の一部について、24時間食餌記憶面接調査⁷を行なった。この調査は、これらの3地域で同じ方法を用いて行なわれ、入手された資料が比較可能になるように努力が払われた。日本の食品成分表に基づいて標準化された食品分類を作成して使用したことによって、各栄養素の比較が可能になった。すなわち、主として動物性および植物性の別の蛋白質摂取量;「飽和」および「不飽和」別の脂肪摂取量;単および多糖類摂取量について、各地域別に比較可能なかたちで集計を行なうことができた。なお、食品の脂肪酸含有量に関する完全な資料がなかったため、本報告で採用した脂肪の分類は、各地域間の比較のために設けた食品分類に基づいていることを断っておきたい。

受診の際に食餌面接調査を行なうと同時に血清コレステロールおよび非絶食時のトリグリセリドの測定を行なった。ただし、日本では血清トリグリセリド値は1969年か

measurements were determined in 1969-71. The methods for determinations of serum cholesterol and triglyceride have been reported elsewhere.⁶

All subjects for whom data on both diet and serum lipids were available are used in this analysis. The subjects in the three areas were limited to men born during the period from 1900 to 1919. Seven-day dietary records⁷ were also collected from smaller samples of the cohorts (159 in Japan, and 328 in Hawaii) during the 2nd cycle of examinations in Japan and Hawaii. These records were collected in order to validate the results from the 24-hour recall. The mean nutrient intakes by the two methods agreed well, and analytical results were similar; hence, no actual data from the 7-day study will be reported in this paper.

Since the relationship between serum lipids and nutrient intake might be affected by age and body weight, all subjects are classified into two groups by age at examination (45-54 and 55+) and into three weight groups by relative body weight indices as defined for the tripartite study⁶ (<100, 100-119, and 120+). Analysis was made for each of these subgroups for the relationship between nutrient intake and serum cholesterol or triglyceride. The number of subjects in each subgroup is shown in Table 1. The difference in the distribution by relative weight in the three areas is quite remarkable, with more than half of the subjects in the Honolulu and San Francisco cohorts falling in the high relative weight classification. Simple linear and multiple regression analysis methods were used, as well as computation of simple correlation coefficients between serum lipid levels and various nutrient

ら1971年にかけて測定した。血清コレステロールおよびトリグリセリドの測定方法は別に報告した。⁶

食餌および血清脂質に関する資料がともに得られている対象者全員を今回の解析に供した。この3地域における対象者は、1900年から1919年までの期間に生まれた男に限定した。日本およびHawaiiにおける第2回周期検診の際に調査対象集団の一部(日本では159名、Hawaiiでは328名)について、7日間食餌記録⁷を求めた。これらの記録は、24時間食餌記憶面接調査の結果を確かめるために求めたものである。この二つの方法による平均栄養摂取量はよく一致し、解析結果も同様であった。したがって、本報告には、この7日間食餌記録から得られた実際の資料は記載されていない。

血清脂質と栄養摂取量との関係は、年齢および体重の影響を受けるかもしれないので、対象者全員を検査時年齢によって45-54歳と55歳以上の2群に分け、さらにこの3地域共同調査⁶において定義されている比体重指数によって<100, 100-119および120+の三つの体重群に分類した。栄養摂取量と血清コレステロール値またはトリグリセリド値との関係についての解析は、これらの細区分群ごとに行なった。各細区分群における対象者数を表1に示した。これら3地域における対象者の比体重別分布の差は非常に顕著であり、HonoluluおよびSan Franciscoにおける対象者の半分以上は比体重の高い群に属している。血清脂質値と各種栄養素との間の単純相関係数を計算したのみならず、単純線形回帰分析および重回帰分析をも用いた。単純線形回帰分析にあたっては、

TABLE 1 NUMBER OF EXAMINED SUBJECTS BY 12 GROUPS CLASSIFIED BY AGE AND RELATIVE WEIGHT

表1 年齢・比体重別分類に基づく12の群における被検者数

Age	Relative weight	Total		Japan		Hawaii		San Francisco	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Total	Total	9844		1717		7949		178	
	<100 kg	1115	11.3	491	28.6	622	7.8	2	1.1
	100-119	3800	38.6	844	49.2	2893	36.4	63	35.4
	120+	4929	50.1	382	22.2	4434	55.8	113	63.4
45-54	Total	5360		646		4595		119	
	<100	422	7.9	157	24.3	265	5.8	0	-
	100-119	1953	36.4	341	52.8	1574	34.3	38	31.9
	120+	2985	55.7	148	22.9	2756	60.0	81	68.1
55+	Total	4484		1071		3354		59	
	<100	693	15.5	334	31.2	357	10.6	2	3.4
	100-119	1847	41.2	503	47.0	1319	39.3	25	42.4
	120+	1944	43.3	234	21.8	1678	50.0	32	54.2

parameters. In the simple linear regression analysis, two statistical tests were employed: 1) a test to determine whether the regression coefficient is different from zero in each of the three areas; 2) a test to determine whether the regression coefficients of the three areas are equal, when the three regression lines are not identical.

RESULTS

Means of Serum Cholesterol, Triglyceride, and Nutrient Intake. Means of serum cholesterol, triglyceride, and nutrient intake derived from the 24-hour recall study in the three areas are shown in Table 2. Both the serum cholesterol and triglyceride values in Japan are much lower than those in Hawaii and San Francisco. The distribution of subjects by serum cholesterol value was also

2種類の統計学的検定を行なった: 1) 3地域におけるそれぞれの回帰係数が0と差があるか否かを決定する検定, 2) 三つの回帰直線が等しくない場合のこれら3地域の回帰係数が等しいか否かを決定する検定.

結 果

血清コレステロール, トリグリセリドおよび栄養摂取量の平均値. これら3地域における血清コレステロール, トリグリセリドおよび24時間食餌記憶調査から得られた栄養摂取量の平均値を表2に示した. 日本における血清コレステロール値およびトリグリセリド値は Hawaii および San Francisco よりはるかに低い. 図1に示すように, 日本における対象者の血清コレステロール値別分布も

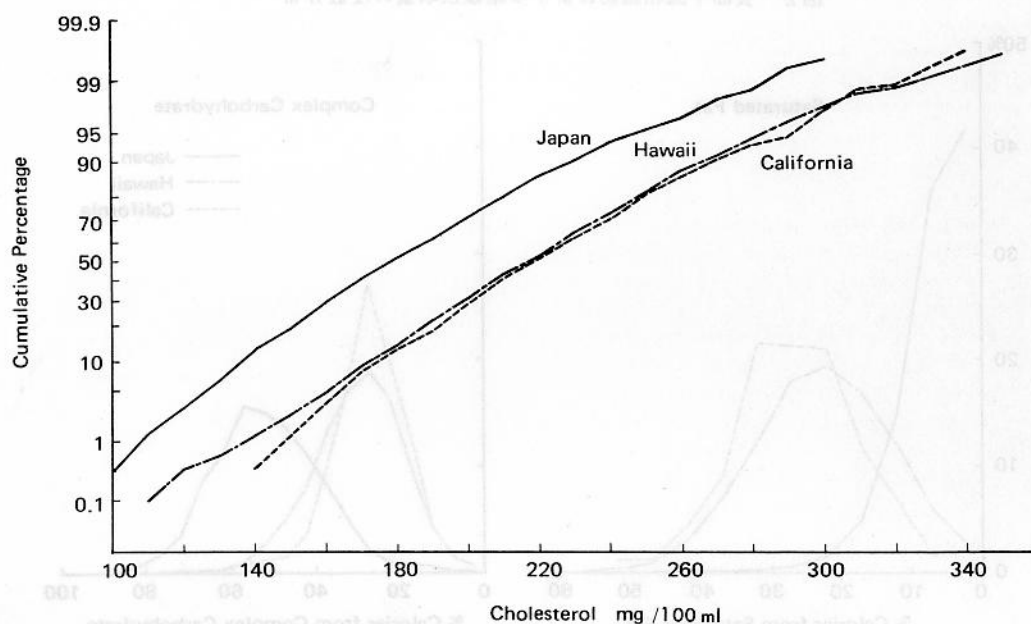
TABLE 2 MEAN LEVELS OF SERUM CHOLESTEROL, TRIGLYCERIDE AND NUTRIENTS INTAKE ON 24 HOURS RECALL STUDY IN THE THREE AREAS: JAPAN, HAWAII AND SAN FRANCISCO

表2 日本, Hawaii, San Francisco 3 地区における血清コレステロールとトリグリセリド平均値および24時間記憶調査に基づく平均栄養摂取量

		Total		Japan		Hawaii		San Francisco	
		Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Biological values									
Serum cholesterol	(mg/100 ml)	212.0	40.9	181.1	38.5	218.3	38.2	228.2	42.2
Serum triglyceride	(mg/100 ml)	216.8	156.0	133.8	87.1	230.9	161.1	233.7	144.4
Age at examination		54.8	5.7	56.9	5.8	54.4	5.6	52.4	6.1
Height	(cm)	162.5	6.1	160.7	6.0	162.8	6.0	164.0	5.2
Weight	(kg)	62.0	10.0	55.2	9.0	63.4	9.6	65.9	9.2
Relative weight	(%)	119.8	16.8	109.1	15.8	121.9	16.1	126.0	14.6
Back skinfold	(mm)	15.5	6.9	10.4	4.9	16.5	6.8	16.3	8.0
Nutrients intake values									
Total calories		2256	717	2164	619	2275	736	2262	695
Cal/weight		37.1	12.4	39.8	11.7	36.5	12.4	35.0	11.7
Total protein	(g)	90.9	34.6	76.8	27.3	94.0	35.4	88.5	26.5
Total fat	(g)	76.8	40.8	36.6	20.4	85.1	38.9	94.8	36.4
Total carbohydrate	(g)	273.8	103.3	339.2	109.8	260.2	96.2	251.3	99.8
Cholesterol	(mg)	530.8	318.9	464.1	324.4	545.1	316.4	533.2	297.8
Alcohol	(g)	15.9	32.9	28.9	39.8	13.3	30.6	8.8	24.2
Animal protein	(g)	65.0	33.2	39.8	22.8	70.5	32.7	66.0	24.4
Vegetable protein	(g)	25.8	11.9	37.1	13.2	23.5	10.1	22.5	8.6
Saturated fat	(g)	51.7	34.4	16.0	13.3	59.1	32.7	66.3	30.5
Unsaturated fat	(g)	25.1	19.0	20.6	13.7	26.0	19.8	28.5	20.4
Simple carbohydrate	(g)	86.3	53.3	61.1	37.4	91.6	54.7	96.4	53.9
Complex carbohydrate	(g)	187.6	90.0	278.2	104.4	168.7	73.7	154.9	66.1
% Cal. from protein		16.3	4.0	14.3	3.4	16.7	4.0	16.2	4.1
% Cal. from fat		30.2	11.4	15.1	6.9	33.3	9.4	37.5	8.1
% Cal. from carbohydrate		49.2	12.7	63.0	11.2	46.4	11.0	44.2	9.4
% Cal. from alcohol		4.6	8.8	8.9	11.5	3.7	7.8	2.5	6.0
Subjects		9844		1717		7949		178	

FIGURE 1 CUMULATIVE PERCENTAGE OF SUBJECTS BY SERUM CHOLESTEROL LEVEL

図1 被検者の血清コレステロール値別累積百分率



significantly shifted toward the lower range in Japan in comparison with those in Hawaii or San Francisco as shown in Figure 1; no difference in distribution was observed between Hawaii and San Francisco. In fact, for cholesterol the upper 85th percentile in Japan, 220 mg/100 ml, is equivalent to the 50th percentile in Hawaii and San Francisco.

Means of relative body weight and back skinfold measurements are also lower in Japan as compared with those in Hawaii or San Francisco as shown in Table 2. Average weights of men in Japan are strikingly lower than in the American centers, although mean heights are similar. This greater adiposity probably reflects a more sedentary way of living, since the mean caloric intakes as reported in this study are not sufficiently different to account for the 15-pound mean difference in body weight between the eastern and western centers. A physical activity history was included in the tripartite examinations. Nominally, this showed no differences between eastern and western groups. Almost surely this indicates the difficulty in calibrating this kind of information since all internal evidence indicates a higher level of physical activity in Japan.

Subjects in Japan are characterized by lower intake of fat, especially saturated fat; protein, especially animal protein; simple carbohydrate; and cholesterol. On the other hand intake of complex carbohydrate and alcohol are higher in Japan than in Hawaii or

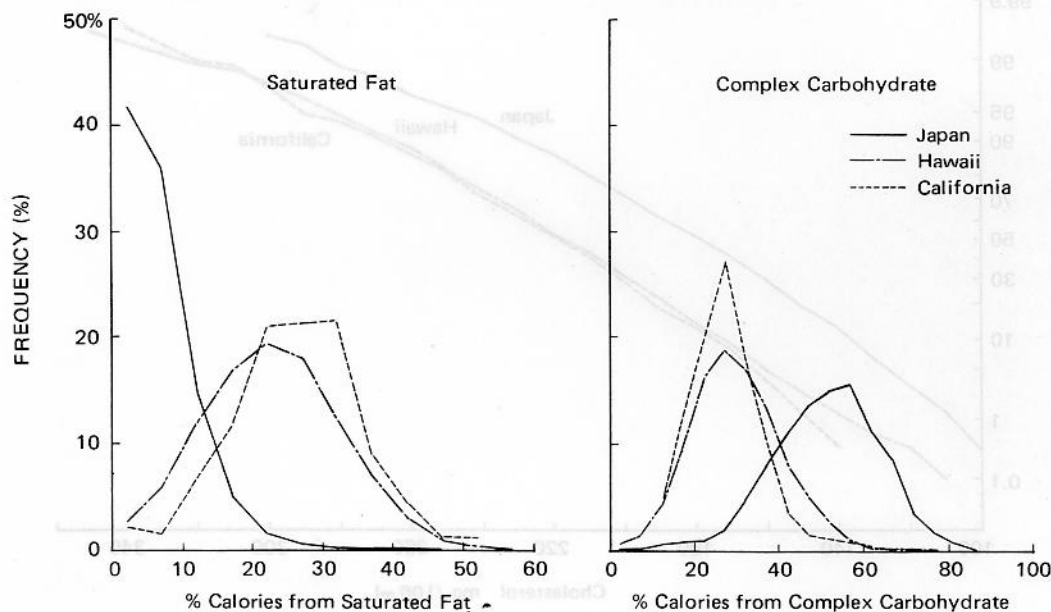
Hawaii および San Francisco に比較して低い範囲のほうへ有意に偏っていたが、Hawaii と San Francisco との間には分布の差はみられなかった。事実、日本におけるコレステロール値の上位第85百分位数に当たる 220 mg/100 ml は Hawaii および San Francisco における第50百分位数に相当する。

表2に示すように、日本における比体重および背部皮厚計測の平均値も Hawaii および San Francisco に比べて低い。平均身長はほとんど同じであるが、日本における男の平均体重は米国より著しく低い。日米両国の調査地域の間にみられる15ポンドの体重差の原因については、今回の調査で認められた平均カロリー摂取量の差がその原因となるほどのものではなく、脂肪蓄積が多いのは労働の少ない生活様式を反映しているのであろう。この3地域共同調査では、肉体的労作についても調べた。表面上は、日米両国における調査集団について得られた資料の間に差は認められなかった。このことは、この種の資料の基準統一が困難であることを示すものである。なぜならば、その内容を検討してみると日本においては肉体的作業量が多いことを示しているからである。

日本における対象者の特徴は、脂肪、特に飽和脂肪；蛋白質、特に動物性蛋白質；単糖類およびコレステロールの摂取量の少ないことである。他方、日本における多糖類およびアルコールの摂取量は、Hawaii または San Francisco に比べて多い。これら3地域における脂肪お

FIGURE 2 FREQUENCY DISTRIBUTION OF DIETARY SATURATED FAT AND DIETARY COMPLEX CARBOHYDRATE INTAKE

図2 食品中飽和脂肪および多糖類摂取量の度数分布



San Francisco. Figure 2 shows distributions of fat and complex carbohydrate intake in the three groups.

Relationship between Serum Cholesterol and Nutrient Intake. The results of the linear regression analysis between serum cholesterol level and 23 indices of nutrient intake are shown in Table 3. The results can be briefly summarized as follows; the 23 indices of nutrients can be classified into the following two groups in relation to serum cholesterol.

In Japan and Hawaii, the following nutrient indices showed significantly positive linear regression ($p < 0.01$) with serum cholesterol: dietary cholesterol, animal protein, and saturated fat; percent calories from total protein, from total fat, from animal protein, and from saturated fat. Positive regressions were observed for these nutrients also in the San Francisco cohort, although only the last-named two regressions showed statistical significance ($p < 0.05$), possibly because of the much smaller sample size.

Similarly, the following nutrient indices showed negative regression with serum cholesterol in all three centers and the regressions were statistically significant ($p < 0.01$) in Japan and Hawaii: calories/weight, and complex carbohydrate; percent calories from complex carbohydrate, and from total carbohydrate. Only the latter was statistically significant ($p < 0.05$) in California.

および多糖類摂取量の分布を図2に示した。

血清コレステロールと栄養摂取量との関係。血清コレステロール値と23項目の栄養摂取量指数との間の線型回帰分析の結果を表3に示した。この結果は次のように簡単に要約できる。すなわち、23項目の栄養摂取量指数は、血清コレステロールとの関係に基づいて次の2群に分類することができる。

日本およびHawaiiでは、次の栄養摂取量指数が血清コレステロール値と有意な正の線型回帰 ($P < 0.01$) を示した: 食品中コレステロール; 動物性蛋白質および飽和脂肪; 総蛋白質, 総脂肪, 動物性蛋白質および飽和脂肪に基づくカロリーの百分率。San Franciscoの調査集団もこれらの栄養素に対して正の回帰を示したが、例数があるかに少ないためか、最後の2項目の回帰のみが統計的に有意であった ($P < 0.05$)。

同様に、次の栄養摂取量指数は3地域のいずれにおいても、血清コレステロール値と負の回帰を示し、その回帰は日本およびHawaiiにおいて統計的に有意であった ($P < 0.01$): カロリー/体重比および多糖類; 多糖類および総炭水化物に基づくカロリーの百分率。Californiaでは、この最後の項目のみが統計的に有意であった ($P < 0.05$)。

TABLE 3 SUMMARY OF STATISTICAL TESTS ON THE REGRESSION COEFFICIENTS BETWEEN SERUM CHOLESTEROL AND NUTRIENTS INTAKE

表3 血清コレステロールの栄養摂取量への回帰係数の統計学的検定の要約

Nutrients	Test 1			Test 2
	Japan	Hawaii	San Francisco	
1. Total calories	- NS	- NS	- NS	NS
2. Cal./weight	- .01	- .01	- NS	NS
3. Total protein (g)	+ .05	+ .01	+ NS	NS
4. Total fat (g)	+ .01	+ .01	- NS	.01
5. Total carbohydrate (g)	- .05	- .01	- NS	NS
6. Diet cholesterol (mg)	+ .01	+ .01	+ NS	.01
7. Alcohol (g)	- .05	- .01	+ NS	NS
8. Animal protein (g)	+ .01	+ .01	+ NS	NS
9. Vegetable protein (g)	- NS	- .01	- NS	NS
10. Saturated fat (g)	+ .01	+ .01	+ NS	.01
11. Unsaturated fat (g)	+ NS	+ NS	- NS	NS
12. Simple carbohydrate (g)	+ .01	- .05	- NS	.01
13. Complex carbohydrate (g)	- .01	- .01	- NS	NS
14. % calorie from total protein	+ .01	+ .01	+ NS	NS
15. total fat	+ .01	+ .01	+ NS	NS
16. total carbohydrate	- .01	- .01	- .05	NS
17. alcohol	- .05	- .01	+ NS	.05
18. animal protein	+ .01	+ .01	+ .05	NS
19. vegetable protein	+ NS	- .01	- NS	NS
20. saturated fat	+ .01	+ .01	+ .05	.01
21. unsaturated fat	+ NS	+ .05	- NS	NS
22. simple carbohydrate	+ .01	- .05	- NS	.01
23. complex carbohydrate	- .01	- .01	- NS	NS
.01 significant at 1% level	1%の水準で有意	+ regression coefficient positive.		回帰係数が正
.05 significant at 5% level	5%の水準で有意	- regression coefficient negative.		回帰係数が負
NS not significant (P>.05)	有意でない (P>.05)			

Test 1: Test that regression coefficients are zero.

回帰係数が0であるか否かの検定

Test 2: Test that regression coefficients are all equal.

回帰係数がすべて等しいか否かの検定

A more detailed description for some individual nutrients showing a significant relationship to serum cholesterol level is given below.

Serum Cholesterol vs Saturated Fat Intake. Serum cholesterol shows a positive regression with saturated fat in Japan and Hawaii, but no significant relationship was observed between serum cholesterol level and unsaturated fat as classified in this study. Mean cholesterol values for each subgroup classified by saturated fat intake are shown in Table 4 and Figure 3. Figure 3 also presents the same information when the subjects in Japan and Hawaii are classified by relative weight levels as well. In Japan the serum cholesterol values increase as saturated fat intake increases; the same trend was observed in Hawaii but to a lesser degree. In San Francisco the variation was large and no definite trend could

血清コレステロール値と有意な関係を示した栄養素の若干について次にさらに詳しく説明する。

血清コレステロールと飽和脂肪摂取量. 今回の調査で用いた分類によれば、日本およびHawaiiにおける血清コレステロール値は飽和脂肪に対して正の回帰を示したが、不飽和脂肪とは有意な関係は認められなかった。3地域における平均コレステロール値を飽和脂肪摂取量別に図3に示した。日本およびHawaiiの対象者におけるこの同一資料をさらに比体重別に分類して表4および図3に示した。日本では、血清コレステロール値は飽和脂肪摂取量の増加とともに増加する。同じ傾向がHawaiiでもみられたが、日本におけるほど著しくはない。San Franciscoでは、対象者数が少ないために変動が大きく、明確な傾

FIGURE 3 MEAN SERUM CHOLESTEROL BY SATURATED FAT INTAKE BY STUDY AREA, AND RELATIVE WEIGHT

図3 飽和脂肪摂取量別にみた血清コレステロール平均値：調査地域別および比体重別

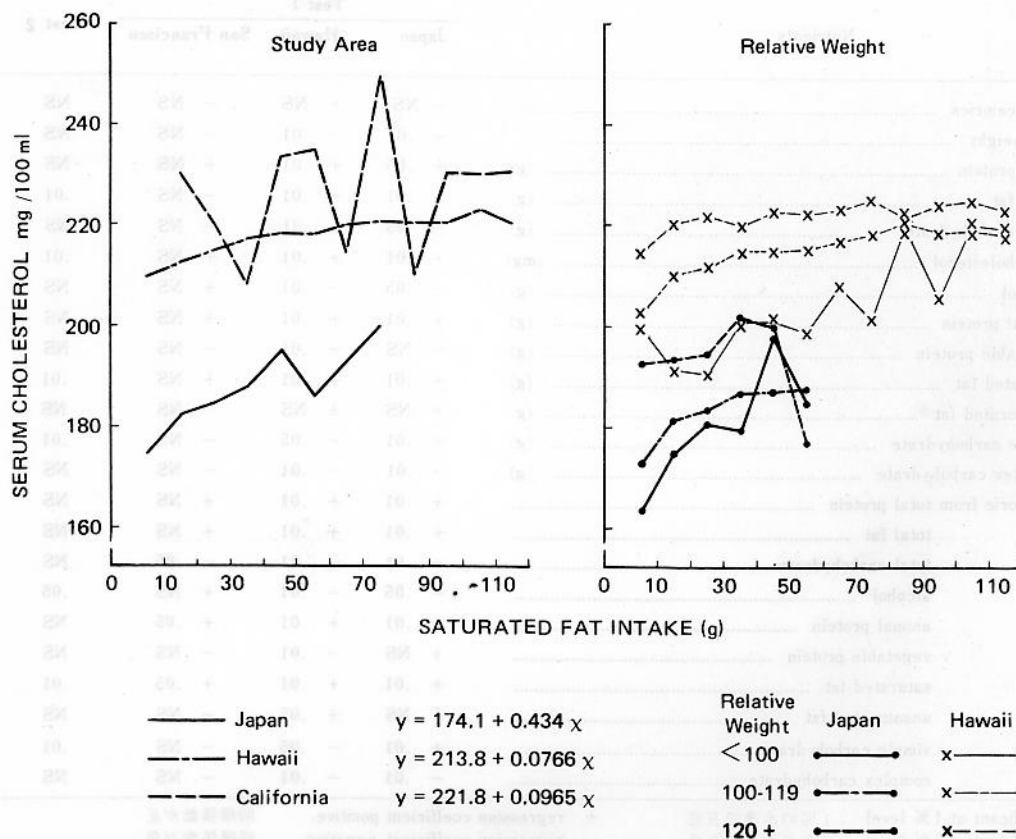


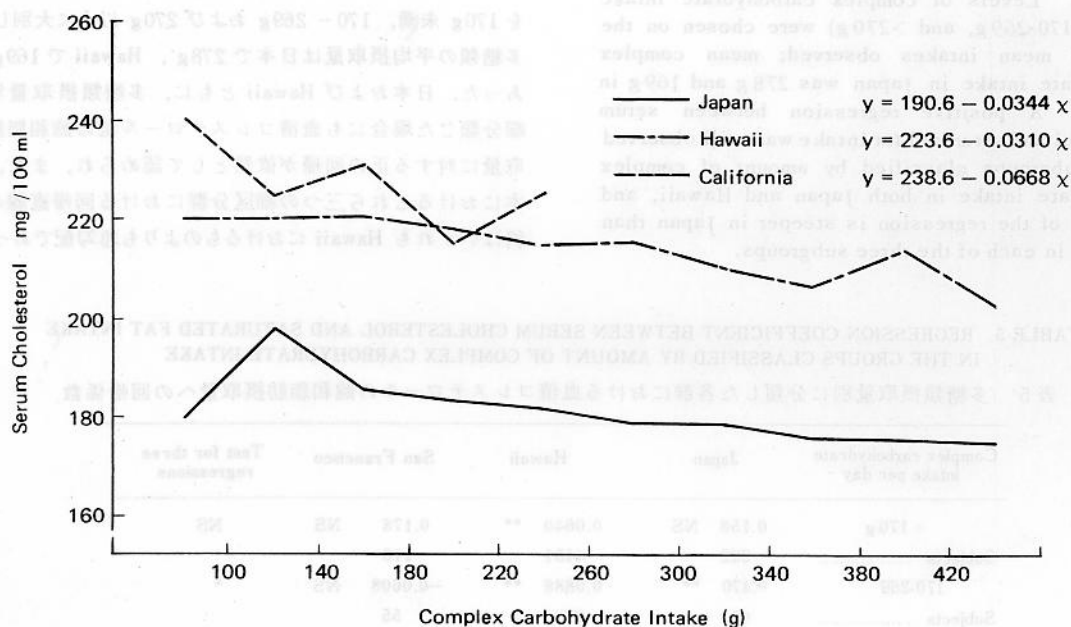
TABLE 4 REGRESSION COEFFICIENT BETWEEN SERUM CHOLESTEROL AND SATURATED FAT INTAKE BY AGE AND RELATIVE BODY WEIGHT

表4 血清コレステロールの飽和脂肪摂取量への回帰係数：年齢・比体重別

Age	Relative weight	Japan	Hawaii	San Francisco	Test for three regressions
Total	Total	0.434 **	0.0766 **	0.0965 NS	**
	<100 kg	0.625 **	0.230 **	too few	**
	100-119	0.489 **	0.0804 **	-0.0009 NS	**
	120+	0.0602 NS	0.0347 *	0.136 NS	NS
45-54	Total	0.200 NS	0.0639 **	0.284 *	NS
	<100	0.470 *	0.241 **	too few	NS
	100-119	0.202 NS	0.0800 **	0.113 NS	NS
	120+	-0.105 NS	0.0266 NS	0.482 *	*
55+	Total	0.603 **	0.0862 **	-0.290 NS	**
	<100	0.739 **	0.268 **	too few	*
	100-119	0.673 **	0.0877 *	-0.188 NS	**
	120+	0.217 NS	0.0328 NS	-0.333 NS	NS

FIGURE 4 MEAN SERUM CHOLESTEROL BY COMPLEX CARBOHYDRATE INTAKE AND STUDY AREA

図4 多糖類摂取量別にみた血清コレステロール平均値：調査地域別



be observed because of the small number of subjects. The positive regression between serum cholesterol and saturated fat intake was more remarkable in the low relative body weight groups in both Japan and Hawaii, although Figure 3 clearly shows that even when relative weight is fixed, serum cholesterol levels at any level of saturated fat intake are higher in Hawaii than in Japan, alluding to the importance of factors other than body weight, saturated fat intake, and racial background in determining serum cholesterol levels.

Serum Cholesterol vs Complex Carbohydrate Intake. There was negative regression between serum cholesterol and complex carbohydrate both in Japan and Hawaii as shown in Figure 4; no consistent tendency was observed in the relationship between serum cholesterol and simple carbohydrate. Although the negative regression line observed between serum cholesterol and complex carbohydrate is not identical in the three areas, the slope of the regression (i.e., the regression coefficients) did not differ among the three areas (Figure 4).

Serum Cholesterol vs Saturated Fat Intake by Range of Complex Carbohydrate Intake. Both saturated fat and complex carbohydrate intake are significantly related to serum cholesterol level, and saturated fat intake and complex carbohydrate are mutually (negatively) correlated, particularly in Japan. In

向を認めることはできなかった。日本および Hawaii では、血清コレステロール値の飽和脂肪摂取量に対する正の回帰は比体重の小さい群において顕著であった。しかし、図3に示したとおり、比体重を一定にした場合でも、いかなる水準の飽和脂肪摂取量における血清コレステロール値も Hawaii が日本より高く、このことは、血清コレステロール値の決定に体重、飽和脂肪摂取量あるいは人種的背景以外の要素が重要であることを示している。

血清コレステロールと多糖類摂取量。図4に示したとおり、日本および Hawaii では血清コレステロール値は多糖類に対して負の回帰を示した。血清コレステロール値と単糖類との間の関係に一貫した傾向はみられなかった。この3地域における血清コレステロール値の多糖類に対する負の回帰直線は同じではなかったが、回帰直線の傾斜、すなわち回帰係数は3地域間に差はなかった(図4)。

多糖類摂取量別にみた血清コレステロール値と飽和脂肪摂取量。飽和脂肪摂取量および多糖類摂取量はともに血清コレステロール値と有意な関係があり、飽和脂肪摂取量と多糖類とは特に日本において互いに(負の)相関関

order to determine the independent effect of saturated fat intake, a regression analysis was performed by level of complex carbohydrate intake as shown in Table 5. Levels of complex carbohydrate intake (<170 g, 170-269 g, and >270 g) were chosen on the basis of mean intakes observed; mean complex carbohydrate intake in Japan was 278 g and 169 g in Hawaii. A positive regression between serum cholesterol and saturated fat intake was still observed in the subgroups classified by amount of complex carbohydrate intake in both Japan and Hawaii, and the slope of the regression is steeper in Japan than in Hawaii in each of the three subgroups.

係がある。飽和脂肪摂取量の独立した影響を決定するため、表5に示すように多糖類摂取量別に回帰分析を行った。多糖類の平均摂取量に基づいて、多糖類摂取量を170g未満、170-269gおよび270g以上に大別した。多糖類の平均摂取量は日本で278g、Hawaiiで169gであった。日本およびHawaiiともに、多糖類摂取量別に細分類した場合にも血清コレステロール値の飽和脂肪摂取量に対する正の回帰が依然として認められ、また、日本におけるこれら三つの細区分群における回帰直線の傾斜はいずれもHawaiiにおけるものよりも急勾配であった。

TABLE 5 REGRESSION COEFFICIENT BETWEEN SERUM CHOLESTEROL AND SATURATED FAT INTAKE IN THE GROUPS CLASSIFIED BY AMOUNT OF COMPLEX CARBOHYDRATE INTAKE

表5 多糖類摂取量別に分類した各群における血清コレステロールの飽和脂肪摂取量への回帰係数

Complex carbohydrate intake per day	Japan	Hawaii	San Francisco	Test for three regressions
<170 g	0.158 NS	0.0640 **	0.178 NS	NS
Subjects	222	4451	116	
170-269	0.470 **	0.0888 **	-0.0608 NS	*
Subjects	671	2780	55	
270+	0.469 **	0.172 **	-0.00163 NS	*
Subjects	824	718	7	

Serum Cholesterol vs Calories per kg Body Weight (cal/weight). Naturally those who have heavy physical activity will remain lean with a higher caloric intake than those of the same stature with less physical activity; thus the cal/weight index is a better indicator of calorie utilization than is the total caloric intake *per se*. As would be expected, a negative regression was observed between serum cholesterol and cal/weight in the three areas; no difference was observed in the slope of regression among the three areas (Figure 5). These observations seem to show that serum cholesterol level decreases as calorie utilization (through physical activity) increases.

血清コレステロールと体重1kg当たりのカロリー（カロリー／体重比）。肉体的重労働に従事する者は、カロリー摂取量が多くても、同じ身長の軽労働の者に比べて、やせているのは当然である。したがって、カロリー／体重比指数は、総カロリー摂取量そのものよりもカロリー利用のより優れた指標である。予想されるように、3地域において血清コレステロール値はカロリー／体重比に対して負の回帰を示した。これら3地域の間で回帰直線の傾斜に差はみられなかった（図5）。これらの観測結果は、血清コレステロールが（肉体的労働による）カロリー利用の増加につれて減少することを示すようである。

Results of Simple Correlation and Multiple Regression Analysis. Simple correlation coefficients between serum cholesterol and the indices of nutrient intake were also computed and are shown in Table 6. These are in general very low, but do support the findings observed in the simple regression analysis. The results of the multiple stepwise (step up) regression analysis are shown in Table 7. The significant variables which were found to be related to the serum cholesterol level in Japan are saturated fat, cal/weight, total calories, simple carbohydrate, percent calories from protein, animal protein, and cholesterol in the

単純相関分析および重回帰分析の結果。血清コレステロール値と栄養摂取量に関する各指数との間の単純相関係数も計算され、これを表6に示した。係数は一般に非常に低い、単純回帰分析で観察された結果を支持している。上行性段階的重回帰分析の結果を表7に示した。日本において血清コレステロール値と有意な関係を示した変数は、重要性の高い順に、次のとおりであった：飽和脂肪、カロリー／体重比、総カロリー、単糖類、蛋白質に基づくカロリーの百分率、動物性蛋白質およびコレステロール。しかし、これら七つの変数によって血清コ

FIGURE 5 MEAN SERUM CHOLESTEROL BY CALORIES PER BODY WEIGHT AND STUDY AREA

図5 単位体重当たりのカロリー別にみた血清コレステロール平均値：調査地域別

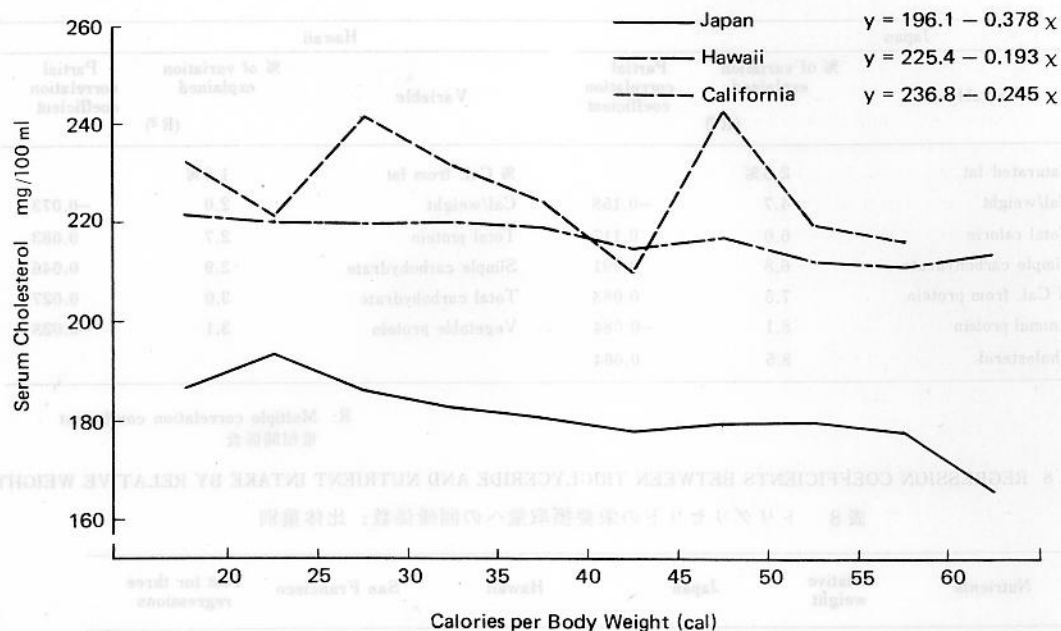


TABLE 6 SIMPLE CORRELATION COEFFICIENTS BETWEEN SERUM CHOLESTEROL AND NUTRIENT INTAKE

表6 血清コレステロールと栄養摂取量の単純相関係数

Nutrient	Japan	Hawaii	San Francisco
Total calories	-0.018 NS	-0.015 NS	-0.073 NS
Cal./weight	-0.115 **	-0.063 **	-0.068 NS
Total protein(g)	0.050 *	0.045 **	0.063 NS
Total fat(g)	0.107 **	0.064 **	-0.004 NS
Total carbohydrate(g)	-0.052 *	-0.057 **	-0.145 NS
Cholesterol(mg)	0.116 **	0.038 **	0.140 NS
Alcohol(g)	-0.054 *	-0.080 **	0.017 NS
Animal protein(g)	0.066 **	0.064 **	0.109 NS
Vegetable protein(g)	-0.010 NS	-0.050 **	-0.116 NS
Saturated fat(g)	0.150 **	0.066 **	0.070 NS
Unsaturated fat(g)	0.014 NS	0.017 NS	-0.112 NS
Simple carbohydrate(g)	0.106 **	-0.023 *	-0.141 NS
Complex carbohydrate(g)	-0.093 **	-0.060 **	-0.105 NS
% cal. from protein	0.110 **	0.091 **	0.139 NS
fat	0.128 **	0.122 **	0.119 NS
carbohydrate	-0.067 **	-0.074 **	-0.191 *
alcohol	-0.048 *	-0.086 **	0.050 NS
animal protein	0.101 **	0.101 **	0.168 *
vegetable	0.002 NS	-0.042 **	-0.110 NS
saturated fat	0.147 **	0.099 **	0.168 *
unsaturated fat	0.023 NS	0.029 *	-0.091 NS
simple carbohydrate	0.128 **	-0.023 *	-0.116 NS
complex carbohydrate	-0.127 **	-0.059 **	-0.118 NS
Subjects	1717	7949	178

TABLE 7 STEPWISE REGRESSION: SERUM CHOLESTEROL AND 17 NUTRIENTS

表7 段階的回帰分析: 血清コレステロールと17種類の栄養素

Japan			Hawaii		
Variable	% of variation explained (R ²)	Partial correlation coefficient	Variable	% of variation explained (R ²)	Partial correlation coefficient
Saturated fat	2.3%		% Cal. from fat	1.5%	
Cal/weight	4.7	-0.158	Cal/weight	2.0	-0.073
Total calorie	6.0	0.117	Total protein	2.7	0.083
Simple carbohydrate	6.8	0.091	Simple carbohydrate	2.9	0.046
% Cal. from protein	7.5	0.083	Total carbohydrate	3.0	0.027
Animal protein	8.1	-0.084	Vegetable protein	3.1	-0.028
Cholesterol	8.5	0.064			

R: Multiple correlation coefficient
重相関係数

TABLE 8 REGRESSION COEFFICIENTS BETWEEN TRIGLYCERIDE AND NUTRIENT INTAKE BY RELATIVE WEIGHT

表8 トリグリセリドの栄養摂取量への回帰係数: 比体重別

Nutrients	Relative weight	Japan	Hawaii	San Francisco	Test for three regressions
1. Cal/weight	Total	-0.763 **	-0.897 **	-1.21 NS	NS
	<100	0.399 NS	0.342 NS	too few	NS
	100-119	-0.288 NS	-0.416 NS	-1.10 NS	NS
	120+	-1.03 *	0.478 *	-0.130 NS	NS
2. Saturated fat	Total	0.215 NS	0.227 **	0.298 NS	NS
	<100	0.717 **	0.226 NS	too few	NS
	100-119	0.149 NS	0.00732 NS	-0.277 NS	NS
	120+	-0.371 NS	0.193 *	0.679 NS	NS
3. Simple carbohydrate	Total	0.152 *	0.0937 **	0.0645 NS	NS
	<100	0.0633 NS	0.124 NS	too few	NS
	100-119	0.0634 NS	-0.0389 NS	-0.0853 NS	NS
	120+	0.273 *	0.118 *	0.187 NS	NS
4. Complex carbohydrate	Total	-0.0175 NS	-0.0351 NS	-0.150 NS	NS
	<100	-0.0307 NS	-0.0510 NS	too few	NS
	100-119	-0.0527 NS	-0.0815 *	-0.197 NS	NS
	120+	-0.0469 NS	0.0236 NS	-0.0776 NS	NS

order of importance, but these seven variables explain only 8.5% of the total variance in serum cholesterol levels. In Hawaii, the significant variables are percent calories from fat, cal/weight, total protein, simple carbohydrate, total carbohydrate and vegetable protein in this order. In Hawaii, saturated fat was not one of the significant variables in the regression, and the six variables chosen in the regression explained only 3.1% of the total variance.

Relationship between Serum Triglyceride and Nutrient Intake. Simple regression analysis on the relationship between serum triglyceride and the

コレステロール値にみられる全変動のわずか8.5%が説明できるにすぎない。Hawaiiにおいて有意であると認められた変数は、重要性の順に、脂肪に基づくカロリーの百分率、カロリー/体重比、総蛋白質、単糖類、総炭水化物および植物性蛋白質である。Hawaiiでは、回帰分析で飽和脂肪が有意な変数の一つであるとは認められず、回帰分析で選ばれた6項目の変数は、全変動のわずか3.1%を説明するにすぎなかった。

血清トリグリセリドと栄養摂取量との関係。血清トリグリセリドと栄養摂取量に関する各指数との関係について単純回帰分析を行なった結果、血清トリグリセリドと

indices of nutrient intake revealed that there were few nutrients showing significant regression with serum triglyceride. The regression coefficients with cal/weight, simple carbohydrate, complex carbohydrate and saturated fat are shown in Table 8.

A negative regression between serum triglyceride and cal/weight was observed, showing the expected effect of calorie balance on triglycerides. A positive relationship between serum triglyceride and both saturated fat and simple carbohydrate and a negative one with respect to complex carbohydrate, are consistent with current ideas, but are too weak for meaningful interpretation in these groups on the basis of a single nonfasting triglyceride determination.

DISCUSSION

When considering dietary data collection in an epidemiologic study, one is forced to choose between methods which yield more precise information and those which are feasible in a large population study. After careful consideration, the 24-hour recall dietary interview was employed in this study. Although this method is rather simple and feasible for a large population study, variations in food intake from day to day may dilute the results and weaken subsequent interpretation of the effect of dietary intake. Kahn et al⁸ failed to detect more than a faint relationship between serum cholesterol and nutrient intake in a population study in Israel. While they found that the variation in daily dietary intake of individual subjects was very large, there was no indication that this accounted for their negative findings.

In order to validate the method employed in the present study, subsamples of the cohorts in Japan and Hawaii were asked to keep written 7-day diet records and in addition underwent a second 24-hour dietary recall interview. The detailed results are given elsewhere,⁷ but generally the mean nutrient intakes obtained from both methods were very similar and the correlation coefficients between mean nutrient intakes by the two methods for these individuals were sufficiently large to indicate reasonably good agreement.

Data obtained from the 7-day dietary records were also subjected to the same analytical procedures as the data from the 24-hour recall dietary study. The results obtained for the two kinds of data were generally very similar. Thus, it is believed that the former method, practical for use with a very large sample size, yields results suitable for this kind of epidemiologic study.

有意な回帰を示す栄養素はほとんどないことが認められた。カロリー／体重比、単糖類、多糖類および飽和脂肪に対する回帰係数を表8に示した。

血清トリグリセリドはカロリー／体重比に対して負の回帰を示し、トリグリセリドに対して予想されるようなカロリー平衡の影響があることが認められた。血清トリグリセリドが飽和脂肪および単糖類の両者に対して正の回帰、多糖類に対しては負の回帰を示すことが認められたことは、現行の概念と一致しているが、これらの群について意味のある解釈をくだすためにはわずか1回の非絶食時トリグリセリド測定では不十分である。

考 察

疫学的調査で、食餌に関する資料の収集を計画する場合、精度のより高い資料が得られる方法を選ぶか、大規模の人口集団の調査で実施可能な方法を選ぶかという選択をせまられる。慎重な考慮の結果、今回の調査では24時間食事記憶面接を行なうことになった。この方法はかなり簡単で、大規模な人口集団の調査において実施可能であるが、毎日の食餌摂取量における変動のために成績が薄弱化され、栄養摂取量の影響についてその後に行なわれる解釈が弱められるかもしれない。Kahnら⁸は、イスラエルにおける人口集団の調査において血清コレステロール値と栄養摂取量との間にわずかな関係を認めたにすぎなかった。そして、各個人の毎日の食餌摂取量に非常に大きな変動のあることを認めたが、このことがかれらの得た陰性所見の原因になったと考えられる理由はなかった。

今回の調査に用いた方法の有効性を確かめるために、日本およびHawaiiにおける調査集団の一部について7日間食餌記録を求めるとともに第2回目の24時間食事記憶面接調査を行なった。その詳細な結果は別に報告したが、⁷これら二つの方法から得られた平均栄養摂取量は非常に類似しており、また、これらの対象者についてこの二つの方法によって入手された平均栄養摂取量の間の相関係数は十分に高く、両者はかなりよく一致していることを示した。

7日間食餌記録から得られた資料に対しても24時間食事記憶調査の資料の場合と同様の解析を行なった。この2種類の資料から得られた結果は全般的に非常に類似していた。したがって、大規模の集団に対して実用的であるこの前者の方法は、この種の疫学的調査に適当な結果をもたらすものと考えられる。

In the present study, simple regression and correlation analysis showed consistent and positive relationships between serum cholesterol level and dietary intake of saturated fat, animal protein and dietary cholesterol. The findings were statistically significant in both Japan and Hawaii, but less so in Hawaii; in both areas the relationship was stronger in the subjects with low relative body weight. In a lean individual who is using, rather than storing, calories, an excess of dietary lipid intake may be reflected in a higher serum cholesterol value.

The relationship may be overshadowed by other metabolic processes such as those associated with calorie-storing in individuals adapting to more sedentary cultural patterns. This may account for the paucity of demonstrable diet-serum lipid relationships found in studies of westernized groups where subjects are generally not as lean as the Japanese. Keys and Kimura,⁹ in their study of 24 Japanese farmers found positive correlations between dietary intake of fat or saturated fat and serum cholesterol ($r=0.167$ and 0.228 respectively), but with the small sample size these could at best be only suggestive.

In a case-control study of myocardial infarction (MI) patients in Japan, Hyams et al¹⁰ found that 79 MI patients had mean serum cholesterol levels significantly higher than 157 control subjects. The only significant difference in dietary intake between the two groups was higher bread intake in the MI cases; intake of meats and fats was similar. The authors concluded that bread intake could be taken as an indication of westernization and noted that failure to demonstrate other relationships might have been due to difficulty in obtaining reliable dietary information, another common problem in studies of diet and CHD.

Consistent negative relationships were found between serum cholesterol and dietary intake of complex carbohydrate. Some experimental and clinical studies^{11,12} have reported a positive relation between serum cholesterol and simple carbohydrate intake and a negative one with complex carbohydrate, and our findings in general, support these observations. In the present study it would appear that, although intake of saturated fat and complex carbohydrate tend to be mutually intercorrelated, intake of the two nutrients have some independent influence on serum cholesterol.

While mean caloric intakes in the three centers are remarkably similar, men in the two American centers are considerably heavier. This would indicate that men in Japan are using their dietary calories while the more Americanized cohorts are storing excess calories as fat. It was not possible to demonstrate

今回の調査では、単純回帰分析および相関分析の結果、血清コレステロール値と飽和脂肪、動物性蛋白質および食品コレステロール摂取量との間に一貫して正の関係を認めた。日本および Hawaii では所見は統計的に有意であったが、Hawaii におけるその有意性はやや劣っていた。この両地域では、相関は比体重の小さい群において顕著であった。痩身の者では、カロリーの蓄積よりも消耗が激しく、その場合の食品中脂質の過度摂取は血清コレステロール値の上昇となって現われるのであろう。

この関係は、労働量の少ない生活様式に適応した者では、カロリー蓄積などに関連したその他の代謝過程によって隠蔽されるかもしれない。このことが、一般に日本人ほどにはやせていない対象者について西欧諸国で行なわれた調査において、栄養摂取量と血清脂質との間の関係があまりみられないことの原因であるかもしれない。Keys および木村は、⁹ 日本人農夫24名の調査を行ない、食品中脂肪および飽和脂肪摂取量と血清コレステロール値との間に正の相関関係を認めている（それぞれ $r = 0.167$ および 0.228 ）。しかし、例数が少なかったため、これは示唆的であるといえるにすぎなかった。

Hyams らは、¹⁰ 日本における心筋梗塞について患者と対照者との調査を行ない、心筋梗塞患者79名の平均血清コレステロール値は対照者157名よりも有意に高いことを認めた。両群の食餌摂取にみられた唯一の有意な相違は、心筋梗塞患者のパン摂取量が対照者よりも多いことであった。肉類および脂肪摂取量は同様であった。著者らの結論では、パン摂取を西洋化の指標と考えることができるが、それ以外の関係を証明することができなかったのは、信頼度の高い食餌資料の入手が困難であることのためであったかもしれないと指摘しており、これも食餌と虚血性心疾患に関する研究において遭遇する問題の一つである。

血清コレステロール値と多糖類摂取量との間には一貫して負の関係が認められた。実験研究および臨床調査では、^{11,12} 血清コレステロール値は単糖類と正の関係があり、多糖類とは負の関係があることを報告しているものが若干あって、われわれの所見もだいたいにおいてそれらの観察を支持している。今回の調査では、飽和脂肪および多糖類の摂取量は互いに相関関係を示す傾向があったが、この二つの栄養素の摂取は血清コレステロール値に対して互いに独立した影響が若干あると思われる。

この3地域における平均カロリー摂取量は驚くほど類似しているが、米国の両地域における男のほうが体重はかなり多い。このことは、日本における男は食餌性カロリーを消費しているのに対し、米国における移住者群の男は過剰のカロリーを脂肪として蓄積していることを示す。

any direct relationship between caloric intake and serum cholesterol levels; however, when caloric intake was related to body weight (cal/weight) the expected negative relationship was observed. This can be considered as an indirect evaluation of the effect of physical activity on maintenance of ideal body weight.

Multiple regression analysis, taking into consideration some seventeen nutrients, showed the expected relationships in Japan, but results were less corroborative in Hawaii, where saturated fat intake was not shown as one of the more important dietary variables. This does not necessarily mean that saturated fat is not a significant dietary component in relation to serum cholesterol levels, but indicates that there are other variables, dietary and nondietary, which may relate more closely to serum lipid levels in Hawaii. This is borne out by multiple regression analysis showing that the dietary variables accounted for a relatively small percentage of the variance in serum cholesterol levels in both Japan and Hawaii. However, as indicated in Table 9 persons with lower intakes of saturated fat and cholesterol and higher intakes of starch along with more favorable calorie-weight indices are more likely to be found in the lower quartile of serum cholesterol values for their cohorts.

Since it was not feasible to collect fasting blood samples on these large groups of working men, the lack of strong relationship between dietary variables

カロリー摂取量と血清コレステロール値との間にはなんら直接的な関係を証明することはできなかった。しかし、カロリー摂取量と体重との関係(カロリー/体重比)を求めると、期待されたように負の関係を認めた。これは理想的な体重の維持における肉体的労働の影響を間接的に評価するものと考えることができる。

約17種の栄養素を考慮に入れた重回帰分析の結果、日本では期待どおりの関係を認めたが、Hawaiiではこの関係はそれほど確定的ではなく、飽和脂肪摂取量が重要な食餌に関する変数の一つとは認められなかった。このことは、飽和脂肪が血清コレステロール値と有意な関係を示す食餌成分でないということを経ずしも意味するものではなく、Hawaiiでは、血清脂質値とより密接な関係を有するその他の食餌的および非食餌的変数があることを示している。これは重回帰分析によって確認された。すなわち、日本およびHawaiiともに血清コレステロール値の変動の一部のみが食餌変数によって説明できるにすぎないことが認められた。しかしながら、表9に示すように飽和脂肪とコレステロールの摂取量が少なくて澱粉摂取量が多く、かつ、カロリー/体重比の大きい者は、その集団中の血清コレステロール値の下方四分位に相当する群に属していることが多い。

これらの大規模な一般人口集団について空腹時血液標本を採集することは不可能であったので、食餌変数と非空腹時血清トリグリセリドとの間に強力な関係の認められ

TABLE 9 MEAN NUTRIENT INTAKES OF SUBGROUPS IN HIGH AND LOW QUARTILES OF SERUM CHOLESTEROL

表9 血清コレステロールの上方四分位および下方四分位に当たる細区分群の平均栄養摂取量

Nutrients	Japan			Hawaii			San Francisco		
	Low	High	Test	Low	High	Test	Low	High	Test
Total calorie(cal)	2150	2130	NS	2274	2254	NS	2210	2203	NS
Cal/weight (cal)	41.0	37.6	**	37.5	35.5	**	33.8	34.0	NS
Diet cholesterol (mg)	426.5	505.1	**	523.6	556.8	**	487.0	584.8	NS
% cal from animal protein	7.0	7.7	**	11.9	13.0	**	11.7	12.9	NS
vegetable protein	6.7	7.0	NS	4.3	4.2	**	4.1	3.9	NS
saturated fat	5.8	7.5	**	21.7	24.1	**	24.6	28.0	NS
unsaturated fat	8.0	8.3	NS	9.9	10.5	**	12.4	11.4	NS
simple carbohydrate	10.4	12.6	**	16.4	16.0	NS	18.8	14.9	**
complex carbohydrate	53.8	50.0	**	30.9	29.4	**	27.6	26.1	NS
alcohol	9.3	8.0	NS	4.8	3.0	**	1.0	3.0	NS
Subjects	406	413		2105	2105		36	63	

	Japan	Hawaii	San Francisco
Low	<155 mg/100 ml	<195	<195
High	≥205	≥240	≥240

and casual serum triglycerides might be ascribed to the methodology employed as much as to a true lack of relationship. The negative regression with the calorie/weight index was significant in the two larger cohorts and moved consistently in the expected direction in all three, tending to corroborate the relationship between triglycerides and body weight as observed in clinical studies.¹³ Keys and Kimura⁹ reported a positive correlation between percent of calories from dietary fat and fasting triglycerides in their study, but it also failed to reach the level of significance in their small sample.

Results of this study tend to confirm results of clinical studies^{14,15} where it has been possible to affect serum cholesterol levels by altering dietary intake. However, the fact that the nutrients considered in this study account for a relatively small amount of the variance in serum cholesterol levels emphasizes the importance of other, perhaps nondietary, factors. Methodologic difficulties involved in collecting meaningful dietary information in sufficiently large numbers of individuals continue to plague investigators; these may have been partially overcome in this study.

However, the fact that in all three areas it can be demonstrated that those in the lowest quartile of serum cholesterol level had lower mean intakes of animal protein, saturated fat, and dietary cholesterol and higher mean intakes of complex carbohydrate along with more favorable calorie/weight indices emphasizes the potential for lowering serum lipids by relatively simple dietary changes. Atherosclerotic diseases develop slowly over many years and, while autopsies of young combat soldiers¹⁶ have shown prior development of arterial changes, the full effects of the disease are usually not manifest until later in life. This study seems to show the potential lifetime effect of rather small changes in dietary habits.

なかったのは、実際に関係がなかったためであったかもしれないが、使用した方法に起因したのかもしれない。カロリー／体重比への負の回帰は、大きいほうの二つの集団において有意であり、また、この三つの集団のいずれにおいても一貫して予期した方向への動きが認められ、臨床調査¹³で観察されているトリグリセリドと体重との関係を確認するものであろう。Keys および木村⁹の調査では、食品中脂肪に基づくカロリーの百分率と空腹時トリグリセリド値との間に正の相関関係が認められたが、例数が少なかったためそれは有意性の水準に達することはできなかった。

今回の調査の結果は、栄養摂取量を変えることによって血清コレステロール値が左右される可能性のあることを示した種々の臨床調査^{14,15}の結果を確認するもののように見うけられる。しかしながら、血清コレステロールにおける変動の比較的小さな部分のみが今回の調査で取り上げられた栄養素によって説明できたにすぎないという事実は、その他のおそらく非食餌的の要素の重要性を強く示唆している。十分に多数の人々から意味のある食餌資料を集めることの方法論上の困難のために、研究者は現在もお苦慮させられている。今回の調査では、その一部を克服できたのではないと思われる。

しかしながら、これらの3地域のいずれにおいても血清コレステロール値の下方四分位に当たる者では、動物性蛋白質、飽和脂肪および食品コレステロールの平均摂取量が少なく、多糖類の平均摂取量が多く、かつ、カロリー／体重比が高かったという事実は、食餌の比較的簡単な変更によって血清脂質値を低下させる潜在能力のあることを強調している。粥状動脈硬化性疾患は、長年にわたって徐々に発現する。若年齢の戦死者の剖検の結果、¹⁶ 動脈性変化がまず発生することが認められているが、その疾患の完全な影響は晩年になるまで現われないのが普通である。今回の調査では、食習慣における比較的小さな変化が一生にわたって影響をもたらす可能性のあることを示していると思われる。

REFERENCES

参考文献

1. KEYS A: Coronary heart disease in seven countries. *Circulation* 41: Suppl 1, 1-211, 1970
2. KANNEL WB, CASTELLI WP, GORDON T, et al: Serum cholesterol, lipoproteins and the risk of coronary heart disease. *Ann Intern Med* 74:1-12, 1971
3. KINCH SH, DOYLE JT, HILLEBOE HE: Risk factors in ischaemic heart disease. *Am J Public Health* 53:438-42, 1963
4. EPSTEIN FH: Epidemiologic aspects of atherosclerosis. *Atherosclerosis* 14:1-11, 1971
5. KANNEL WB, GORDON T: The Framingham Study: An Epidemiological Investigation of Cardiovascular Diseases, Section 24, Diet and the regulation of serum cholesterol. Ed by KANNEL WB, GORTON T. US Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, National Institutes of Health, 1970
6. BELSKY JL, KAGAN A, SYME SL: Epidemiological studies of coronary heart disease and stroke in Japanese men living in Japan, Hawaii and California, Research plan. ABCC TR 12-71
7. TILLOTSON J, KATO H, NICHAMAN M, et al: Epidemiological studies of coronary heart disease and stroke in Japanese men living in Japan, Hawaii and California: Methodology for comparison of diet. ABCC TR 27-72
8. KAHN HA, MEDALIE JH, NEUFELD HN, et al: Serum cholesterol: Its distribution and association with dietary and other variables in a survey of 10,000 men. *Isr J Med Sci* 5:1117-27, 1969
9. KEYS A, KIMURA N: Diets of middle-aged farmers in Japan. *Am J Clin Nutr* 23:212-23, 1970
10. HYAMS L, SEGI M, ARCHER M: Myocardial infarction in the Japanese. *Am J Cardiol* 20:549-54, 1967
11. HODGES RE, KREHL WA: The role of carbohydrates in lipid metabolism. *Am J Clin Nutr* 17:334-46, 1965
12. GROEN JJ, BALOGH M, YARON E, et al: Influence of the nature of the fat in diets high in carbohydrate (mainly derived from bread) on the serum cholesterol. *Am J Clin Nutr* 17:296-304, 1965
13. FORD S Jr, BOZIAN RC, KNOWLES HC Jr: Interactions of obesity, and glucose and insulin level in hypertriglyceridemia. *Am J Clin Nutr* 21:904-10, 1968
14. AHRENS EH Jr, BLANKENHORN DH, TSALTAS TT: Effect on human serum lipids of substituting plant for animal fat in the diet. *Proc Soc Exp Biol Med* 86:872-8, 1954
15. HEGSTED DM, MCGANDY RV, MYERS ML, et al: Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Am J Clin Nutr* 17:281-95, 1965
16. MCNAMARA JJ, MOLOT MA, STREMPLE JF, et al: Coronary artery disease in combat casualties in Vietnam. *JAMA* 216:1185-7, 1971