シアトル日系アメリカ人における大動脈脈波速度と動脈硬化リスク要因との関連に関する研究

行方　令*　David Moore[2*]　鈴木　賢二[3*]　簱野　脩一[4*]
林　知己夫[5*]　森　誠[3*]　安部　信行[6*]　長谷川元治[6*]

大動脈脈波速度（PWV）は動脈硬化の非観血的定量的指標として日本における集団健診等で使用されている。PWV と動脈硬化のリスク要因との関連を調べるために，1989年から1994年までに米国ワシントン州シアトル市 Nikkei Diseae Prevention Center で循環器疾患予防健診に参加した20歳以上の日系人1,389人を対象として統計解析を行った。対象集団の86％は2, 3世であり，12％のみが1世であった。

PWV についてはフクダ電子㈱製 PWV-200 を用いて，日本で訓練された検査技師が測定した。血清脂質の分析は，米国 CDC の精度管理下にあるワシントン大学 Northwest Lipid Research Laboratories に依頼した。健診時に自記式質問票を配布し，ライフスタイルや既往歴等について記入して貰った。

1996年の鈴木らの PWV と動脈硬化性疾患との関連を示す研究結果に基づいて，年齢60歳未満で PWV 8.0 m/sec 以上を異常，60歳以上で 9.0 m/sec 以上を異常と定義した。PWV 異常値発現のリスクを推定するために PWV 異常値をもつ者を1，それ以外の者を0とし，いくつかの動脈硬化のリスク要因を説明変数として二項変数に変換した後，多重ロジステック回帰分析を行った。

男女合計した結果では PWV 異常値発現リスクのオッズ比は，年齢（≥60/＜60）が 3.60 ($p<0.001$)，性（男/女）が 0.65 ($p<0.01$)，高血圧（有/無）が 2.01 ($p<0.001$)，糖尿病（有/無）が 3.66 ($p<0.001$)，TC/HDL-C（≥4.5/＜4.5）が 1.61 ($p<0.001$)，BMI が 1.08 (NS)，非飲酒者に比較して現飲酒者が 0.45 ($p<0.001$)，前飲酒者が 0.47 ($p<0.001$)，非喫煙者に比較して現喫煙者が 1.47 ($p<0.10$)，前喫煙者が 1.65 ($p<0.01$) であった。男女別の結果においても同様の傾向が観察された。

PWV は大動脈の解剖所見による血管硬化の程度とよく対応するものの，それが動脈硬化性疾患，特に虚血性心疾患を予測する手段となり得るか否かについては今後も研究してゆく必要がある。PWV の測定装置は大動脈の動脈硬化の程度を簡単に，かつ迅速に測る器械として有用であり，PWV は動脈硬化の程度を受診者に伝える有効な方法であると考えられる。

Key words：脈波速度，日系アメリカ人，疫学研究，動脈硬化リスク要因，アルコール，喫煙

I　緒　言

生体脈波速度が動脈管の弾性率と密接に関係することは古くから指摘されてきた[1,2]。大動脈脈波速度（Aortic Pulse Wave Velocity: PWV）が動脈硬化の非観血的定量的指標となる実験的理論的根拠については長谷川，大塚らによって確立された[3,4]。森下らは，PWV の検査後1年間の受診者における心脳血管疾患（狭心症，心筋梗塞，脳梗塞，脳出血，クモ膜下出血，一過性脳虚血発作）発症の有無を追跡調査し，発症者の PWV 平均値が未発症者よりも有意に高かったと報告している[5]。また，PWV の平均値は健常者に比較して，高血圧治療群，糖尿病患者群，高コレステロール血症群（60歳以上）の平均値の方が有意に高いことが報告されている[6~8]。したがって，もし PWV が動脈硬化の指標であるならば，PWV は今まで動脈硬化のリスクと看做されてきた要因と有意に関連するという仮説が成立する筈である。本研究では，この仮説について米国シアトル市の日系人の健診データに基づいて調べた。

* Nikkei Disease Prevention Center
2* University of Cincinnati
3* ㈶動脈硬化疫学研究所
4* 淑徳大学社会学部
5* 文部省統計数理研究所
6* 東邦大学医学部
連絡先：
Tsukasa Namekata, Ph.D., Dr.H.Sc.
Nikkei Disease Prevention Center
1605 S. Washington Street, Suite 5
Seattle, WA 98144, U.S.A.

Ⅱ 研究方法

米国では住民登録制度が存在せず，日系人住民台帳も存在しないため，コミュニティ新聞やスーパーマーケット掲示板等を利用して，健診について情報を流布すると同時に，Nikkei Disease Prevention Center（NDPC）で日系人市民団体が公表した住所録や，電話帳を基にして作成した日系人住所録によって，日系人世帯に健診案内を郵送して，参加を呼びかけた。研究対象は，1989年10月から1994年9月までに米国ワシントン州シアトル市 Nikkei Diseae Prevention Center（NDPC）で循環器疾患予防健診に参加した20歳以上の日系アメリカ人（以下日系人）1,389人である。参加者を世代別にみると，1世12%，2世49%，3世37%，4世以上2%であった。

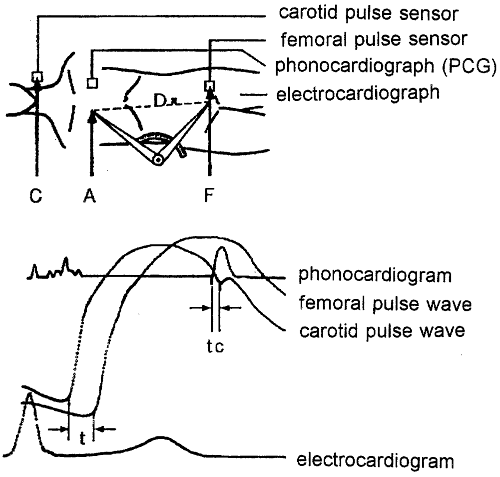
健診の検査項目は大動脈脈波速度（PWV），心電図，眼底検査，血清脂質，身長，体重，肺機能検査，尿検査等を含む。検査場で自記式質問票を配布し，職業，既往歴，ライフスタイル，栄養摂取状況等について回答して貰った。

PWV の測定はフクダ電子㈱製 PWV-200 を用い，日本で訓練された検査技師が行った。PWV の測定方法の説明は図1に示したが，頚動脈脈波，股動脈脈波，心音を同時に記録し，両脈波立ち上がり時間差（t），心Ⅱ音前成分主振動起始部と頚動脈脈波下行脚切痕との時間差（tc）を計測し，大動脈弁から股動脈脈波点までの距離を D×1.3（解剖学的に補正）とすると，PWV＝[D×1.3/(t+tc)]$_p$ となる。PWV は拡張期血圧 p と密接に関係することから PWV 値は 80 mmHg で補正した[3]。

血清脂質の分析は，CDC の精度管理下にあるワシントン大学 Northwest Lipid Research Laboratories に依頼した。総コレステロールは enzymic-Abbot spectrum 法，HDL コレステロールは dextran sulfate-magnesium precipitation 法で，それぞれ測定した。

鈴木らは22万人以上のデータに基づいて年齢別に PWV 値と動脈硬化性疾患の異常所見率の関連を調べた[9]。それによると，60歳未満で 8 m/second（sec）台で，60歳以上で 9 m/sec. 台で，それぞれ収縮期高血圧，眼底動脈病変動脈硬化性変化，および虚血性心電図変化の異常所見発現率がそれらの年齢別平均異常所見発現率より有意に高かったと報告している。したがって，本報告では，PWV を従属変数として，年齢60歳未満で PWV 8.0 m/sec. 以上を異常，年齢60歳以上で PWV 9.0 m/sec. 以上を異常と定義した。すなわち，PWV の異常値をもつ者を1，それ以外の者を0とした。以下の説明変数も二項変数とし，次のように定義した。

Figure 1 Method for measuring the aortic pulse wave velocity (PWV)



$$PWV = \left[\frac{D \times 1.3}{t + tc}\right]_p \text{ m/sec}$$

年齢（≧60：1, 60＜：0）

性（男：1，女：0）

高血圧（有：1，無：0）収縮期血圧 160 mmHg 以上または拡張期血圧 95 mmHg 以上，または降圧剤服用者。

糖尿病（有：1，無：0）糖尿病の有無は本人の質問票での回答に基づく。

総コレステロール/HDL コレステロール（≧4.5：1，＜4.5：0）アメリカでは男性の平均が4.5であることから，4.5以上を虚血性心疾患のリスクが高くなるとした[10]。

Body Mass Index（＞27：1，≧27：0）体重（kg）/身長（m）^{2} によって算出し，27以上を肥満とした。

飲酒習慣については，質問票の回答に基づいて，非飲酒者，現飲酒者，前飲酒者の3群に分けて非飲酒者を対照群としてオッズ比を算出した。

同様にして，喫煙習慣についても，非喫煙者を対照群として，現喫煙者，前喫煙者のオッズ比を算出した。

PWV と個々の動脈硬化リスク要因との間に有意な関係があるかどうかを調べるために多重ロジスティック回帰分析を採用した[11]。重回帰分析を採用しなかった理由は PWV と動脈硬化リスク要因（特に高血圧，糖尿病など）との関連が線型でないために重回帰分析を用いることは不適切であるためである。また，多重ロジステック回帰分析によって各要因について PWV 異常値出現のリスクを推定できるためでもある。すべての統計分析は，IBM/AT, SPSSPC＋V3.0 によって処理した[12]。

Ⅲ 結　果

表1は，シアトル日系人の健診参加者集団の特徴を示す。平均年齢は，男女共56歳，PWV の平均は，男 8.0 m/sec，女 8.1 m/sec, BMI は，男 25.6，女23.9であり，男性が女性より多少肥満傾向にあった。収縮期血圧は，男 133 mmHg，女 128 mmHg で男性の方が高いのに対し，総コレステロール平均値は，男 224 mg/d*l*，女 226 mg/d*l* でわずかに女性の方が高かった。ところが HDL コレステロールは女性の方が 12 mg/d*l* も男性より高く，TC：HDL の比率は，男4.7，女3.8で，男性は心筋梗塞のリスクが高くなるとされる4.5よりも高かった。飲酒量の平均は男女差が大きく，男が1日平均純アルコールで 6.0 g，女性が1日平均 1.4 g であり，現飲酒者は，男65%，女46%であった。現喫煙者率は，男15%，女 9%であった。

表2は，PWV 値の年齢別分布を示す。年齢の増加と共に PWV 値の分布が高い方に移行し，また，50歳以降には分布の幅が大きくなり，年齢の増加と共に PWV 値の個人差が大きくなっていることが観察された。

表3は，多重ロジステック解析によって男女合計群の PWV 異常値出現リスクを各変数毎に推定したオッズ比である。各変数のオッズ比は他の変数の影響を補正してある。BMI と現喫煙者以外の変数のオッズ比は，すべて有意であった。年齢60歳以上では PWV 異常値出現のオッズ比が60歳未満に比べて，3倍以上であった。男性におけるオッズ比が女性に比して35%低かった。高血圧を有する者におけるオッズ比は非高血圧者の2.0倍であり，糖尿病を有する者のオッズ比は他の者の3.7倍であった。TC/HDL の率が4.5以上の者のオッズ比はそれ未満の者の1.6倍であった。現飲酒者のオッズ比は，非飲酒者より50%以上低く，

Table 1 Characteristics of study participants in Seattle, U.S.A.

Variables	Total (n=1,389)		Males (n=681)		Females (n=708)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Age	56.0	13.7	56.1	13.7	55.9	13.7
PWV (m/sec)	8.0	1.5	8.0	1.5	8.1	1.5
Body mass index	24.8	3.6	25.6	3.3	23.9	3.7
Systolic BP (mmHg)	130.5	18.5	133.1	17.5	128.0	19.1
Total cholesterol (mg/d*l*)	225.6	40.0	224.3	38.0	226.0	41.8
HDL cholesterol (mg/d*l*)	57.4	16.6	51.2	14.0	63.4	16.7
TC/HDL ratio	4.2	1.4	4.7	1.5	3.8	1.3
Daily alcohol consumption (grams)	3.7	10.1	6.0	12.7	1.4	6.0
	Number	Percent	Number	Percent	Number	Percent
Current drinkers	767	55.2	441	64.8	326	46.0
Ex-drinkers	189	13.6	115	16.9	74	10.5
Non-drinkers	433	31.2	125	18.3	308	43.5
Current smokers	167	12.0	104	15.3	63	8.9
Ex-smokers	468	33.7	319	46.8	149	21.0
Non-smokers	754	54.3	258	37.9	496	70.1

Table 2 Distribution of persons by age and aortic pulse wave velocity among Japanese Americans in Seattle, U.S.A.: males and females combined

PWV (m/sec)	Age in Years					
	<40	40–49	50–59	60–69	≥70	all ages
<6.0	48(22.9%)	15(5.7%)	4(1.4%)			67(4.8%)
6.0– 6.9	116(55.2%)	121(46.4%)	50(17.4%)	17(4.2%)	1(0.4%)	305(22.0%)
7.0– 7.9	40(19.0%)	106(40.6%)	129(44.8%)	84(20.8%)	14(6.2%)	373(26.9%)
8.0– 8.9	6(2.9%)	19(7.3%)	77(26.7%)	142(35.2%)	45(19.8%)	289(20.8%)
9.0– 9.9			26(9.0%)	96(23.8%)	80(35.2%)	202(14.5%)
10.0–10.9			2(0.7%)	41(10.2%)	54(23.8%)	97(7.0%)
11.0–11.9				18(4.5%)	19(8.4%)	37(2.7%)
≥12.0				5(1.2%)	14(6.2%)	19(1.3%)
total	210(100%)	261(100%)	288(100%)	403(100%)	227(100%)	1,389(100%)

Table 3 Adjusted odds ratio for presence of abnormally high PWV values among Japanese Americans in Seattle, U.S.A.: males and females combined

Variable		Persons at risk	Adjusted odds ratio†	Significance
Sex:	females	708	1.00	
	males	681	0.65	<0.01
Age:	<60 years	759	1.00	
	≥60 years	630	3.60	<0.001
Hypertension:	no	1,093	1.00	
	yes	296	2.01	<0.001
Diabetes:	no	1,311	1.00	
	yes	78	3.66	<0.001
TC/HDL-C:	<4.5	857	1.00	
	≥4.5	532	1.61	<0.001
BMI:	≤27	1,053	1.00	
	>27	336	1.08	NS‡
Alcohol:	non-drinkers	433	1.00	
	current drinkers	767	0.45	<0.001
	ex-drinkers	189	0.47	<0.001
Smoking:	non-smokers	754	1.00	
	current smokers	167	1.47	<0.10
	ex-smokers	468	1.65	<0.01

† Odds ratios were simultaneously adjusted for all variables included in the model.
‡ NS=not significant

前飲酒者のオッズ比も非飲酒者より約50%低かった。前喫煙者のオッズ比は，非喫煙者の1.6倍であった。

表4は，男性におけるオッズ比である。男女合計における結果とほぼ同じ傾向であるが，1つだけ異なるのは，TC/HDLの比率におけるオッズ比が1.61から1.32に下がり，統計的に有意ではなくなったことである。

表5は，女性におけるオッズ比を示す。男性と異なる点は，女性のTC/HDLの比率におけるPWV異常値出現リスクを推定するオッズ比は1.98であり，有意であった（$p<0.001$）。女性の現飲酒者と前飲酒者におけるオッズ比は各0.47（$p<0.001$）と0.45（$p<0.05$）となり有意であった。それに対して，現喫煙者と前喫煙者は有意に至らなかった。

Table 4　Adjusted odds ratio for presence of abnormally high PWV values among Japanese Americans in Seattle, U.S.A.: males

Variable		Persons at risk	Adjusted odds ratio†	Significance
Age:	<60 years	369	1.00	
	≥60 years	312	4.31	<0.001
Hypertension:	no	524	1.00	
	yes	157	2.00	<0.001
Diabetes:	no	639	1.00	
	yes	42	5.65	<0.001
TC/HDL-C:	<4.5	329	1.00	
	≥4.5	352	1.32	NS‡
BMI:	≤27	474	1.00	
	>27	207	0.93	NS‡
Alcohol:	non-drinkers	125	1.00	
	current drinkers	441	0.44	<0.001
	ex-drinkers	115	0.49	<0.05
Smoking:	non-smokers	258	1.00	
	current smokers	104	1.56	NS‡
	ex-smokers	319	1.82	<0.01

† Odds ratios were simultaneously adjusted for all variables included in the model.
‡ NS = not significant

Table 5　Adjusted odds ratio for presence of abnormally high PWV values among Japanese Americans in Seattle, U.S.A.: females

Variable		Persons at risk	Adjusted odds ratio†	Significance
Age:	<60 years	390	1.00	
	≥60 years	318	3.03	<0.001
Hypertension:	no	563	1.00	
	yes	139	1.94	<0.01
Diabetes:	no	672	1.00	
	yes	36	2.47	<0.05
TC/HDL-C:	<4.5	528	1.00	
	≥4.5	180	1.98	<0.001
BMI:	≤27	579	1.00	
	>27	129	1.28	NS‡
Alcohol:	non-drinkers	308	1.00	
	current drinkers	326	0.47	<0.001
	ex-drinkers	74	0.45	<0.05
Smoking:	non-smokers	496	1.00	
	current smokers	63	1.32	NS‡
	ex-smokers	149	1.38	NS‡

† Odds ratios were simultaneously adjusted for all variables included in the model.
‡ NS = not significant

Ⅳ 考　　察

本研究では日系人がアメリカでは少数民族であり，住民票も存在しないことから，無作為抽出を実施できなかった。したがって，研究対象者は自主的健診参加者であり，シアトル市およびその周辺地区に在住する日系人全体を代表しているかどうかという疑問がある。アメリカでは10年毎に国

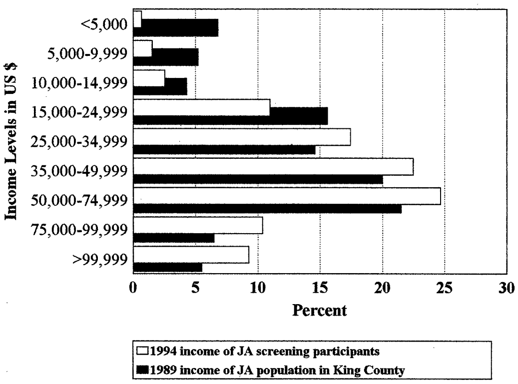
勢調査を実施し，その結果が２,３年後に公表される。その中で，シアトル市およびその周辺（キング郡）の日系人の年間世帯収入の分布が公表されていたので，それと比較するために健診参加者全員に1994年の年間世帯収入を記入し，無記名で返送してくれるように依頼した。1,117世帯（80%）が回答した。図２は本研究集団とキング郡在住日系人母集団の所得[13]の分布の比較であり，研究集団の所得の分布が多少高い方に偏っているが，その分布は母集団の分布と類似している。研究集団の平均所得は$49,000であるのに対し，年間収入上昇率5.4%を考慮すると[14]，母集団の94年の平均所得は$50,000と推定された。研究集団とほぼ一致する。したがって，研究集団は所得という点から考慮すれば，ほぼ母集団を代表していると考えられる。

1989～1992年の健診参加者の特徴と1994年の参加者も含めた全研究対象者集団の特徴を比較しても大差はなかった（現飲酒者の割合　男63%（1989～1992年）対65%（1989～994年），女42%対46%，現喫煙者の割合　男15%対15%，女10%対９%）。したがって，年による参加者集団の特徴の差異は小さく，1989～1992年の参加者と1994年の参加者を合計して集計することが統計的精度を高めることにもなるので，妥当と考えた。重複受診者が60人程いたが，第１回目の受診データのみを有効とした。

本研究ではシアトル日系人の自主的健診参加者を研究集団としたため，非参加者集団の健康状態が研究集団と大きく異なっているかどうか問題となるが，これに関して比較できる情報が本研究では存在しない。この点に関して，ハワイのHonolulu Heart Studyでは，研究参加者と非参加者の違いを詳しく調査しているが，研究参加者集団の全死亡率およびCHD発生率が非参加者集団より低かったと報告している[15]。もし，シアトル研究集団に同様なことが概当するとすれば，非参加者集団の健康状態は研究集団よりも多少劣る可能性がある。

シアトル日系人集団の特徴についてアメリカ人全人口と日本人全人口からの抽出集団と比較してみると，日系人のBMIの平均については，男性（25.6）はアメリカ人男性に近く，女性（23.9）は日本人女性に近い。因みに，アメリカ人集団

Figure 2　Comparison between 1994 household income of Japanese American (JA) screening participants and 1989 household income of JA population in King County, Washington, U.S.A.



（20～74歳）のBMIの平均は，男26.3，女26.3[16]，日本人集団（20～80歳以上）のBMIの年代別平均は男21.0～23.2，女21～23.4と報告されている[17]。本研究ではアメリカで肥満とされているBMI 27以上[16]とそれ未満を２項変数として採用したのであるが，PWV異常の出現リスクのオッズ比は男性では肥満と関連なく，女性でもBMIはオッズ比が1.28で有意には至らなかった。

第２のシアトル日系人集団の特徴として，総コレステロールの平均値男224.3mg/dl，女226.0 mg/dlが，アメリカ人集団および日本人集団の平均値より高いことである。ちなみに，アメリカ人の平均値は，男202 mg/dl，女200 mg/dlであり[18]，日本人の平均値は，男198.6 mg/dl，女207.1 mg/dlであると報告されている[19]。

本研究ではTC/HDL-C比率の4.5以上とそれ未満に分類した二項変数を説明変数に入れたのであるが，男女合計集団と女性集団でPWV異常出現リスクのオッズ比は各1.61と1.98となり，有意であったが，男性では1.32となり，有意ではなかった。コレステロールがPWVに影響する程度に男女差が存在する可能性があると考えられる。

高血圧とPWVの関連について，森下らは高血圧治療群の各年代のPWV平均値が対照群よりも有意に高かったと報告している[6]。本研究結果では，男女共に高血圧はPWV異常値発現と有意に関係し，そのオッズ比は男2.00，女1.94であり，高血圧が動脈硬化の促進に深く関連していることが示唆された。

糖尿病は動脈硬化促進要因とされ[20,21]，本研究においても，糖尿病の既往歴をもつ者はその他の者に比べてPWV異常値発現リスクのオッズ比は男が5.7倍，女が2.5倍であった。この結果は糖尿病群と健常者のPWVを比較し，前者のPWVが後者より有意に促進しているという森下らおよび長谷川らの報告と一致するものであった[22,23]。

喫煙は動脈硬化の促進要因と考えられるが[24,25]，PWV異常発現リスクのオッズ比は現喫煙者においては，男1.56，女1.32であったが有意には至っていない。また，前喫煙者のオッズ比は男1.82 ($p<0.01$)，女1.38 (NS) であった。シアトル日系人の喫煙者率（男15.3%，女8.9%）はアメリカ人（男27.7%，女22.5%）[26]および日本人（男59.8%，女13.8%）[27]に比較して極めて低く，そのために検出力が弱くなり，PWVと現喫煙者との関係が有意に至らなかったものとも考えられる。

シアトル日系人集団のアルコール消費量（純アルコールに換算）は男女平均で1人1日平均3.7 gであったが（表1），これはアメリカ人および日本に住む日本人のアルコール消費量に比べて極端に少ない。両国における報告書にある年間1人当たりの飲酒量[27,28]から1日の飲酒量に換算するとアメリカ人は19.9 g，日本人は17.9 gであり，日系人の平均飲酒量はアメリカ人と日本人の約5分の1に過ぎない。アルコール消費量と動脈硬化との関連について，Moore と Pearson は詳細に動脈の病理解剖研究をレビューした結果，飲酒量と動脈硬化の程度との間に逆相関関係を示す研究はあるが，正の相関関係を示す研究はなかったと報告している[29]。また Barboriak[30], Gruchow と Barboriak[31] および Pearson[32] らは飲酒量と冠動脈狭窄度との間に逆相関関係があったと報告している。本研究で男女共に現飲酒者のPWV異常値発現リスクのオッズ比が半減していたことは，飲酒が大動脈の動脈硬化を防止するように機能していることを示唆しており，このことは前述の研究結果と一致するものである。また，本研究では前飲酒者のオッズ比も低かったことから，飲酒の効果が禁酒後もある程度継続する可能性を示唆している。虚血性心疾患と飲酒量との逆相関関係は多くの研究で報告されており[29,33～37]，今後シアトル日系人集団においてこの問題について追求してゆきたい。

PWV異常値出現頻度は男25.8%，女28.8%であり，ロジステック回帰モデルにおいては男性であることがそのリスクを35%有意に低くしている（表3）。長谷川らは日本人健常群におけるPWVの性別年代別平均値を調べた結果，50歳代以降女性のPWV平均値が男性を上回っていたと報告し，その理由として50歳以降の女性ホルモンの変化と男性の動脈硬化性疾患による死亡，すなわち男性の健康生存者の影響のためと説明している[38]。そのような影響はシアトル日系人集団において，特に強いと推察される。シアトル市を含むキング郡における日系人人口の55歳以降の男女比は0.67であるのに対し[39]，日本における日本人人口の同年齢層の男女比は0.80であった[27]。55歳以降シアトルの男性人口が急激に減少する理由は明らかではないが，PWV異常値出現頻度のリスクが男性に低い理由は，男性の健康生存者の影響である可能性も否定できない。今後この問題についても究明する必要がある。70歳未満では，男性のCHDによる死亡率は女性の数倍であることから（日本人10万人に対するCHD死亡率は，55～59歳で男46.5に対し女12.0, 60～64歳で男78.0対女24.5, 65～69歳で男123.6対女51.1）[27]，冠動脈の動脈硬化の促進程度は一般に男性が女性に先行すると考えられているが，今までの研究結果から大動脈の動脈硬化は，冠動脈の場合と異なるものと判断される。ちなみに，大動脈硬化は脳および冠動脈の硬化に先行することが指摘されており[40～42]，また，大動脈硬化や冠動脈硬化が存在しても必ずしもCHDが発症するとは限らない。CHDの発症には，動脈硬化だけでなく他のリスク要因が複雑に関与していると考えられる[43]。今後これらの点に関してもPWVと心電図の結果を比較することによって，ある程度解明できるものと考えられる。

1984年に原らはハワイ島日系人についてPWV値を測定し，日本における日本人対照群と比較した結果，日系人のPWV値の年代別平均値は50歳代から有意 ($p<0.001$) に日本人より高かったと報告している[44]。もし，ハワイ日系人と同様にシアトル日系人のPWV値が50歳代から日本人より高いとすれば，PWVと動脈硬化促進リスク要因との関連が，本研究集団においては日本における日本人集団より強調されて有意となったとも考え

られる。この点についても今後日本人のデータと比較して追求してゆく予定である。

本研究集団における他の検査項目を含めた分析結果は，以下の如く要約される。(1)日系人の総コレステロール，LDL コレステロール，中性脂肪の年齢別平均値は男女共に一般のアメリカ人および一般の日本人より有意に高い[45]。(2)日系人男性年齢訂正 PWV 異常発現率は日本における男性都市勤労者より有意に高い[46]。(3)日系人男性に年齢訂正眼底異常所見発現率は日本における男性都市勤労者より有意に低い[47]。(4)日系人の虚血性心疾患の有病率は男女共日本における男性都市勤労者より有意に高い[48]。食生活習慣やライフスタイルを含めた環境要因についての日米間の違いが複雑に関与して，動脈硬化の促進度およびその関連疾患の頻度に差異をもたらしていると考えられる。日系人と日本人の比較研究は今後も環境要因が各疾病に及ぼす影響を解明するために重要な役割を果たすと考えられる。

PWV は大動脈の解剖所見による血管硬化の程度とよく対応するものの，それが動脈硬化性疾患，特に虚血性心疾患を予測する手段となり得るか否かについては今後も研究してゆく必要がある。PWV は動脈硬化の程度を簡単に且つ迅速に測る器械として，また，動脈硬化の程度を受診者に伝える方法として有効な手段と考えられる。

本研究実施に当たって，シアトル市 Nikkei Disease Prevention Center で日系人の健診に携わった高橋美月女史，Ms. Deborah Hughes および Mr. Darin Kindrick らに深く感謝致します。

(受付　'97. 6. 9)
(採用　'97.10.20)

文　　献

1) Hallok P. Arterial elasticity in man in relation to age as evaluated by the pulse velocity method. Arch. Int. Med 1934; 54: 770–798.
2) Haynes FW, Ellis LB Weiss S. Pulse wave velocity and arterial elasticity in arterial hypertension, arteriosclerosis and related conditions. Am. Heart J 1936; 11: 385–401.
3) 長谷川元治．ヒト大動脈脈波速度に関する基礎的研究．東京慈恵会医科大学雑誌 1970; 85: 742–760.
4) 大塚文輝．生体大動脈脈波速度と大動脈壁硬化に関する研究．東京慈恵会医科大学雑誌 1973; 88: 1–16.
5) 森下　健，他．生物物理学的動脈硬化法–大動脈脈波速度検査法–疫学編．エレクトロニクスの臨床 1984; 11(4): 109–121.
6) 森下　健，他．疫学的高血圧治療群における動脈硬化の合併(1)—疫学からの解析—．動脈硬化 1984; 12: 725–731.
7) 後藤由夫，他．糖尿病と動脈硬化．動脈硬化 1986; 14: 247–258.
8) 石川　洋，他：血中コレステロール値と大動脈脈波速度．動脈硬化 1983; 13: 589–592.
9) 鈴木賢二，他．動脈硬化に関する疫学的研究(I)—大動脈脈波速度と高血圧，眼底動脈病変動脈硬化性変化，虚血性心電図変化との関連．動脈硬化 1996; 23(11): 715–720.
10) Ulene A. Count out cholesterol: American Medical Association Campaign Against Cholesterol. Feeling Fine Programs, Inc. and Alfred A. Knopf, Inc. 1989.
11) Kahn HA, and Sempos CT. Statistical methods in epidemiology. Oxford University Pres, New York 1989.
12) SPSS Inc. SPSS/PC＋Advanced Statistics, Version 5.0, 1992.
13) U. S. Dept of Commerce, Bureau of the Census. The 1990 US Census Report: State of Washington 1992; p. 374.
14) Washington State Employment Security Department. Annual Demographic Information 1994: King County. 1994, p. 56.
15) Benfante R, et al. Response bias in the Honolulu Heart Program. Am J Epidemiol 1989; 130: 1088–1100.
16) Kuczmarski RJ, et al. Increasing prevalence of overweight among US adults. JAMA 1994; 272: 205–211.
17) 厚生省保健医療局健康増進栄養課．日本人の栄養所要量．第四次改定　東京：第一出版 1989.
18) Johonson CL, et al. Declining serum total cholesterol levels among US adults. JAMA 1993; 269: 3002–3008.
19) 厚生省保健医療局健康増進栄養課．第4次循環器疾患基礎調査（平成2年）の概況．厚生の指標 1993; 40: 36–48.
20) Bierman EL. Atherosclerosis and other forms of arteriosclerosis, in Harrison's Principles of Internal Medicine, 9th ed., Edited by Isselbacher KJ, Adams RD, et al. New York: MaGraw Hill Book Co., 1980; 1156–1166.
21) Kuller LH. Epidemiology of cardiovascular disease: current perspectives. Am J Epidemiol 1976; 104: 425–456.
22) 森下　健，他．疫学調査分析による動脈硬化の長期個体推移 I —大動脈脈波速度による年齢別性別特

性—. 動脈硬化 1985; 12: 1463–1468.

23) 長谷川元治，他．糖尿病と動脈硬化．糖尿病学の進歩．1983; 17: 81–97.

24) 厚生省編．喫煙と健康—喫煙と健康問題に関する報告書第2版．㈶健康体力づくり事業財団 1993; 77–78.

25) U. S. Dept. of Health and Human Services: Report of the Surgeon General, Health Consequences of Smoking: Cardiovascular Disease. U.S. Government Printing Office. 1983; 13–62.

26) U.S. Centers for Disease Control and Prevention. Cigarette smoking among adults: United States, 1993. JAMA. 1995; 273: 369–370.

27) 厚生統計協会．厚生の指標，臨時増刊，国民衛生の動向．1994; 41(9): 99–101.

28) Ervin B. and Reed D., eds. Nutrition monitoring in the United State. Chartbook I: Selected Findings From the National Nutrition Monitoning and Related Research Program. Interagency Board for Nutrition Monitoring and Related Research. Hyattsville, Maryland: Public Health Service, 1993.

29) Moore RD and Pearson TA. Moderate alcohol consumption and coronary artery disease: A review. Medicine 1986; 65: 242–267.

30) Barboriak JJ, Anderson AJ, Hoffmann RG. Smoking, alchohol and coronary artery occlusion. Atherosclerosis 1982; 43: 277–282.

31) Gruchow HW, et al. Effects of drinking patterns on the relationship between alcohol and coronary occlusion. Atherosclerosis 1982; 43: 393–404.

32) Pearson TA, et al. The association of low levels of HDL cholesterol and arteriographically defined coronary artery disease. Am J Epidemiol 1979; 109: 285–295.

33) Goldberg RJ, Burchfiel CM, Reed DM. A prospective study of the health effects of alcohol consumption in middle-age and elderly men. The Honolulu Heart Program. Circulation 1994; 89: 651–659.

34) Klatsky AL, Armstrong MA, Friedman GD. Relations of alcoholic beverage use to subsequent coronary artery disease hospitalization. Am J Cardiol 1986; 58: 710–714.

35) Kono S, et al. Alcohol and mortality. A cohort study of male Japanese physicians. Int J Epidemiol 1986; 15(4): 527–532.

36) Stampfer MJ, et al. Aprospective study of moderate alcohol consumption and the risk of coronary disease and stroke in women. N Eng J Med 1988; 319(5): 267–273.

37) Klatsky AL, Armstrong MA, Friedman GD. Risk of cardiovascular mortality in alcohol drinkers, ex-drinkers and nondrinkers. Am J Cardiol 1990; 66: 1237–1242.

38) 長谷川元治，他．生物物理学的動脈硬化診断法—大動脈脈波速度検査法—臨床編(2)．エレクトロニクスの臨床 1983; 11(3): 87–89.

39) U. S. Dept. of Commerce, Bureau of the Census. The 1990 U.S. Census Report: General Population Characteristics. State of Washington 1992; p. 141.

40) Bjurulf P. Atherosclerosis in different parts of the arterial system. Am. Heart J. 1964; 68: 41–50.

41) 岩本昌昭．アテローム硬化に関する研究—大動脈，冠動脈，脳動脈の粥状硬化の経年変化について—，日老医誌 1972; 9: 133–143.

42) 佐渡島省三，他．一地域（久山町）10年間疫学調査における剖検例の動脈硬化ならびに動脈硬化性疾患に関する研究．福岡医誌 1974; 65: 701–703.

43) 鈴木賢二，他．健常日本人都市住民における各種血清脂質の疫学研究(II)—1984年各種血清脂質 level, 虚血性心電図変化，大動脈脈波速度の関連—，動脈硬化 1987; 15: 1547–1556.

44) 原 均，他．糖尿病者，ハワイ島日系人における大動脈脈波速度（PWV）—動脈硬化症の非観血的診断法としての臨床的意義ならびに糖尿病性細小血管障害との関連について—．糖尿病 1986; 19: 737–748.

45) Namekata T, et al. Cholesterol levels among Japanese Amricans and other populations: Seattle Nikkei Health Study. J Atherosclerosis and Thrombosis. 1996; 3: 105–113.

46) Namekata T, et al. Aortic pulse wave velocity and risk factors for cardiovascular disease in Japanese Americans and native Japanese. Program and Abstract, The XIV International Scientific Meeting of the International Epidemiological Association in Nagoya, Japan, August 27–30, 1996, p160.

47) Namekata T, et al. Arteriolar sclerotic or hypertensive changes in the retinal artery and atherosclerotic risk factors in Japanese Americans and native Japanese. Program and Abstract, The XIV International Scientific Meeting of the International Epidemiological Association in Nagoya, Japan, August 27–30, 1996, p162.

48) Namekata T, et al. Coronary heart disease and its risk factors among Japanese Americans in Seattle and native Japanese in Japan. Am J Epidemiol (Supplement). 1997; 145(11): S84.

A STUDY OF THE ASSOCIATION BETWEEN THE AORTIC PULSE WAVE VELOCITY AND ATHEROSCLEROTIC RISK FACTORS AMONG JAPANESE AMERICANS IN SEATTLE, U.S.A.

Tsukasa NAMEKATA*, David MOORE[2*], Kenji SUZUKI[3*], Makoto MORI[3*], Shuichi HATANO[4*], Chikio HAYASHI[5*], Nobuyuki ABE[6*], Motoharu HASEGAWA[6*]

Key words: Pulse wave velocity, Japanese Americans, Epidemiological research, Atherosclerotic risk factors, Alcohol, Smoking

Cardiovascular disease prevention screening was conducted among 1389 Japanese Americans in Seattle, Washington, U.S.A. from 1989 to 1994. The association between atherosclerotic risk factors and the aortic pulse wave velocity (PWV), an indicator of atherosclerosis, was examined by using multiple logistic regression method. Based on a study in 1996 by Suzuki et al. on the association between PWV and atherosclerotic indicators, abnormally high PWV was defined as 8.0 m/sec. and over for those less than 60 years of age and 9.0 m/sec. and over for those 60 years of age and older.

Significant odds ratios to estimate the risk for the presence of abnormally high PWV were found in age ≥ 60 years (4.31, $p<0.001$), hypertension (2.00, $p<0.001$), diabetes (5.65, $p<0.001$), current drinker (0.44, $p<0.001$), ex-drinker (0.49, $p<0.05$), and ex-smoker (1.82, $p<0.01$) among men. Women showed a similar association: age ≥ 60 years (3.03, $p<0.001$), hypertension (1.94, $p<0.01$)), diabetes (2.47, $p<0.05$), TC/HDL-C$\geq$4.5 (1.98, $p<0.001$), current drinker (0.47, $p<0.001$), and ex-drinker (0.45, $p<0.05$).

Our findings are almost identical to those from other studies showing the association between coronary heart disease and its risk factors. The question of whether PWV can be a predictor of atherosclerotic diseases, particularly coronary heart disease, remains to be answered by additional studies. However, PWV may serve as a simple and valuable indicator to estimate the extent and severity of asymptomatic atherosclerosis in the large artery.

* Nikkei Desease Prevention Center, Seattle, Washington, U.S.A.
[2*] University of Cincinnati, Ohio, U.S.A.
[3*] Epidemiological Arteriosclerosis Research Institute, Tokyo, Japan
[4*] Department of Sociology, Shukutoku University, Chiba, Japan
[5*] National Institute of Statistical Mathematics, Tokyo, Japan
[6*] Faculty of Medicine, Toho University, Tokyo, Japan