

## 9428 ネパール住民における高血圧発症要因としてのミネラル摂取量の意義

助成研究者：川崎 晃一(九州大学 健康科学センター)

共同研究者：大柿 哲朗(九州大学 健康科学センター)

伊藤 和枝(中村学園大学 家政学部)

吉水 浩(久留米大学 保健体育センター)

Acharya, G. P. (Tribhuvan Univ., Nepal)

【目的】ネパール合同学術調査隊は1987年以来、生活環境や食生活などが著しく異なっている6地域に居住するネパール人を対象に、高血圧発症要因を明らかにするため健康科学調査を9回にわたって行って来た。ここでは、これらの中の5地域の住民を対象に、高血圧関連要因としてのミネラル(Na、K、Mg、Ca)摂取量の意義を明らかにするための検討を試みた。

【対象と方法】いずれも臨床的に健康な日常生活を営んでいる20歳～84歳の成人を対象とした。丘陵地農民[K村と略す]418名、都市近郊農民[B村]509名、都市在住チベット移住民[J地区]548名、標高2,700mに住む山岳地シェルパ族[H地区]351名、および同じ標高に住む山岳地タカリ族[M地区]431名、計2,260名(男性1,110、女性1,150)である。

血圧は半自動血圧計を用いて安静座位で3回測定して平均した。身長・体重から肥満度(BMI)を計算した。早朝空腹時に採血し、起床後2回目のスポット尿から24時間尿中Na(UNaV)およびK排泄量(UKV)を推定した。また尿中Mg・Ca濃度から著者らの推定法を応用してクレアチニンで補正した尿中Ca(UCa/Cr)・Mg排泄量(UMg/Cr)を算出した。同時に尿中Na/K比、Ca/Mg比も計算した。面接聞き取り法で食事調査を行って栄養素等摂取量を算出した。すべての検査は全地域のいずれも同一方法で、同一検者によって行われた。

血圧とミネラルの関わりを明らかにするため、収縮期血圧と拡張期血圧を従属変数、年齢・性・地区・肥満度・UNaV・UKV、およびUCa/Cr・UMg/Crを独立変数として、またUNaV・UKV・UCa/Cr・UMg/Crのかわりに尿中Na/K比、Ca/Mg比を独立変数として、変数増減法で重回帰分析を行った。

【結果とまとめ】収縮期ならびに拡張期血圧を年齢階級別、地域別に見ると、K村男性では加齢による血圧上昇が認められず、また140/90mmHg以上の高血圧者は一人もいなかった。それに対して塩茶を常飲している3地域(J・H・M地区)では、血圧は加齢とともに確実に上昇した。女性もほぼ同様な成績であった。BMIはK村、B村に比して他の3地区で大であった。尿中Na排泄量はK村、B村で低値を示したものの、いずれも日本人の食塩摂取量(平均12g/日)とほぼ同じであった。Na/K比はJ地区が最も高値で、それ以外の4地区ではほぼ同じ値を示した。重回帰分析の結果、収縮期血圧には年齢、BMI、UNaV、UCa/Crが有意に正に、UMg/Crは負に関与する傾向が見られた。また、拡張期血圧にも年齢、BMI、UNaV、UCa/Crが有意に正に関わっていたが、Mgとの関わりは認められなかった。一方、尿中Na/K比とCa/Mg比は収縮期、拡張期血圧のいずれにも有意に正に関わっていた。

高食塩食に関わらずK村住民に高血圧が極めて少ない(男性はゼロ)ことを本報告会でも報告したが、全体で見ると従来からいわれているように、年齢・肥満度に加えて食塩は極めて重要な血圧関連要因であり、血圧と正に関わっていた。また、ネパール住民においては血圧とCaやMgの関わりも認められたが、個々の地域では認められたKの負の関与が、全体では見られなかった。



9428 ネパール住民における高血圧発症要因としてのミネラル摂取量の意義

助成研究者：川崎 晃一 (九州大学 健康科学センター)

共同研究者：大柿 哲朗 (九州大学 健康科学センター)

伊藤 和枝 (中村学園大学 家政学部)

吉水 浩 (久留米大学 保健体育センター)

Acharya, G. P. (Tribhuvan Univ., Nepal)

1. 研究目的

医学、栄養学、形態・体力学、文化人類学などの各メンバーからなるネパール合同学術調査隊は、1987年以来生活環境や食習慣などが著しく異なっている6地域に居住するネパール人を対象に、高血圧発症要因を明らかにするため、学際的視野に立った健康科学調査を9回にわたって行ってきた<sup>1-25)</sup>。ここでは、これら6地域のうち男性のみの修道僧の調査を除いた5地域の住民を対象に、高血圧関連要因としてのミネラル (Na・K・Mg・Ca) 摂取量の意義を明らかにするための検討を試みた。

2. 研究方法

2.1. 対象

いずれも臨床的に健康な日常生活を営んでいる20歳以上の成人を対象とした。Figure-1に5つの調査地域を示す。

2.1.1. 丘陵農村住民 [Kotyang村; K村と略す] : ネパールの首都カトマンズ市から直線距離で約30km北東の丘陵地に住む農民418名 (男性206名、女性212名; 20~84歳) を対象とした。主食はトウモロコシやシコクビエなどで、動物性食品はほとんど摂取せず、地酒(チャン:アルコール度2~3%)をよく飲む。

2.1.2. 都市近郊農民 [Bhadrakali村; B村] : カトマンズ市北西に隣接するBhadrakali村住民509名 (男性265名、女性244名; 20~81歳) を対象とした。主食は米や麦で、ここもK村と同様動物性食品をほとんど摂取していなかった。

2.1.3. 都市在住チベット移住民 [Jawalakhel; J地区] : およそ三十数年前にダライ・ラマのインドへの亡命とともに祖国チベットを離れ、カトマンズ市の南に隣接するパタン市南部Jawalakhel地区に移り住んだチベット移住民548名 (男性242名、女性306名; 20~85歳) を

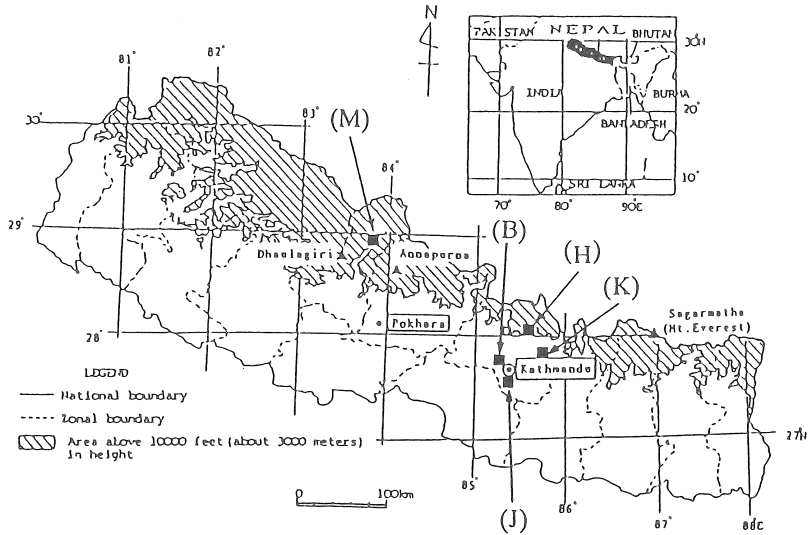


Fig-1 Location of the survey areas in Nepal  
(K) Kotyang, (B) Bhadrakali, (J) Jawalakhel, (H) Helambu, (M) Mustang

対象とした。チベット在住時のチベット茶（塩茶）を常飲する習慣を現在もお保ち続けていた。

2.1.4. 山岳地住民 [Mustang地区；M地区]：カトマンズ市から直線距離で約200km北西の、アンナプルナの北西に位置する標高2,600～2,800mの山岳地Mustang地区に住むチベット系住民タカリ族441名（男性229名、女性212名；20～80歳）を対象とした。蕎麦を主食とし、塩茶を常飲していた。

2.1.5. 山岳地住民 [Helambu地区；H地区]：カトマンズ市から直線距離で約50km北々東の、標高2,600～2,800mの山岳地Helambu地区に住むチベット系住民シェルパ族351名（男性173名、女性178名；20～84歳）を対象とした。米、麦を主食とし、塩茶を常飲していた。

以上、5地区で行った調査全対象数は2,267名（男性1,115名、女性1,152名）であった。

## 2.2. 測定項目・測定方法

5つの地区における調査、測定などはすべて同一検者が同一機器を用いて、同一方法で行った。

2.2.1. 形態ならびに体力測定：形態計測は身長、体重、皮下脂肪厚について行い、これらの値から Body Mass Index (BMI: 体重(kg)/身長(m<sup>2</sup>)) を計算し、体脂肪率をNagamineの方法<sup>26)</sup>で測定した。また最大酸素摂取量の推定はMargariaらの簡便法<sup>27)</sup>を用いた。

2.2.2. 栄養調査－食物摂取状況調査－：食物摂取状況調査は朝、昼、夕食および間食の

食物摂取状況をフードモデルを用いて面接聞き取り法で行った。栄養素等摂取量の算出は、代表的な料理を買い上げ、エネルギー、タンパク質、脂肪、糖質、Na、K、Ca、Mgを測定した食品成分値を用いて行った。その他の栄養素は、Nutritive Value of Indian Foods<sup>28)</sup>より算出した。

### 2.2.3. 医学的調査

2.2.3.1. 血圧・脈拍：数分以上安静座位後、左腕で半自動血圧計（OMRON-HEM401C, 立石電機KK）<sup>29)</sup>を用いて3回測定した。収縮期・拡張期血圧および脈拍数の3回の平均値を個人の血圧・脈拍値とした。

2.2.3.2. 尿中電解質排泄量の推定：起床後2回目のスポット尿を紙コップに採取してもらい、検査紙（BMTEST8-11, 山之内製薬KK）を用いて尿検査を行った。また尿の一部をギヤマンチューブに採取して密閉し、 $-20^{\circ}\text{C}$ に凍結保存した。日本まではドライアイスとともに空輸し、帰国後2～3週間以内にNa、K、Ca、Mg、クレアチニン（Cr）濃度を測定した。それらの尿中Na/Cr比、K/Cr比と24時間尿中Cr排泄量予測値(PCr)<sup>30)</sup>から、著者らが考案した方法で各対象者の一日尿中Na（UNaV）およびK排泄量（UKV）を推定した<sup>31-33)</sup>。また著者らの推定法を応用して、スポット尿中Ca（またはMg）とCr濃度比にPCrを乗じて補正した尿中Ca排泄量（SCa/PCr）、尿中Mg排泄量（SMg/PCr）を計算して、Ca、Mg摂取量の参考値とした。

2.2.3.3. 血液生化学検査：血液は血圧測定後、仰臥位の状態で肘静脈から真空採血管を用いて約8ml採取した。採取した血液は数時間静置後卓上遠心分離器（CT4, 日立製作所）を用いて血清分離後、 $-40^{\circ}\text{C}$ にて冷凍、または冷凍用チューブ（Nunc Cryo Tube No. 363401, 1.8ml, Denmark）に入れて液体窒素ボンベ中に保存した。カトマンズから日本まではドライアイスとともに空輸して、帰国後1週以内に血清をCRC臨床検査センターに委託して測定した。

2.2.3.4. 内科診療：すべての地域で共通のMedical Chartを用いて診察を行い、必要に応じて治療を行った。

## 2.3. 統計処理

血圧とミネラルの関連を地区別に明らかにするために、収縮期血圧と拡張期血圧を従属変数、年齢、性、BMI、UNaV、UKV、SCa/PCrおよびSMg/PCrを独立変数として、変数増減法で重回帰分析を行った。また、ネパールの5地区をまとめて、年齢、性、BMI、UNaV、UKVならびに、SCa/PCrおよびSMg/PCrを独立変数として、重回帰分析を行った。

諸項目の値は平均値±標準誤差で表し、有意性の検定は $p < 0.05$ をもって有意とした。

### 3. 研究結果

#### 3.1. 対象者のプロフィール

対象者のプロフィールを地域別、男女別にTable-1に示した。平均年齢は40歳前後でほぼ同じであったが、H地区だけがやや高齢であった。BMIはK村、B村に比して他の3地区で大きく、血圧も同様の傾向を示し、とくにK村では著しく低値を示した。また、% FatもK村で著しく低値を示した。

Table-1 Profiles of the Subjects by Area and Sex

	Kotyang	Bhadrakali	Jawalakhel	Mustang	Hclambu
<b>Males</b>					
No. of subjects	206	265	242	229	173
Age (yrs)	40±1.0	38±1.0	42±1.0	40±1.0	47±1.2
Range of age (yrs)	20-84	20-82	20-85	20-80	20-82
Height (cm)	159±0.4	160±0.4	163±0.4	163±0.5	163±0.4
Weight (kg)	47±0.4	48±0.4	57±0.6	56±0.6	54±0.5
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	18.4±0.1	18.5±0.1	21.5±0.2	21.1±0.2	20.5±0.2
Body fat (%)	9.3±0.1	12.2±0.2	13.8±0.4	12.7±0.3	11.5±0.3
SBP (mmHg)	107±0.8	118±0.9	125±1.3	127±1.2	137±1.4
DBP (mmHg)	67±0.6	79±0.7	78±1.0	83±0.9	90±1.1
HR (beats/min)	77±0.9	81±0.8	76±0.9	76±0.9	76±0.9
<b>Females</b>					
No. of subjects	212	244	306	212	178
Age (yrs)	40±1.0	37±0.9	41±0.9	41±1.0	50±1.3
Range (yrs)	20-79	20-83	20-79	20-80	20-84
Height (cm)	148±0.4	148±0.4	151±0.3	152±0.3	151±0.4
Weight (kg)	41±0.3	41±0.3	50±0.5	51±0.6	48±0.4
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	18.8±0.1	18.8±0.1	22.2±0.2	22.2±0.2	21.1±0.2
Body fat (%)	13.4±0.3	17.9±0.4	23.1±0.4	20.8±0.5	19.7±0.5
SBP (mmHg)	109±1.0	112±0.9	118±1.1	124±1.3	140±1.9
DBP (mmHg)	69±0.7	74±0.7	72±0.8	80±0.8	90±1.3
HR (beats/min)	84±0.9	87±0.8	80±0.7	84±1.0	82±1.0

BMI : Body mass index, SBP : Systolic blood pressure,  
DBP : Diastolic blood pressure, HR : Heart rate

(Mean ± SEM)

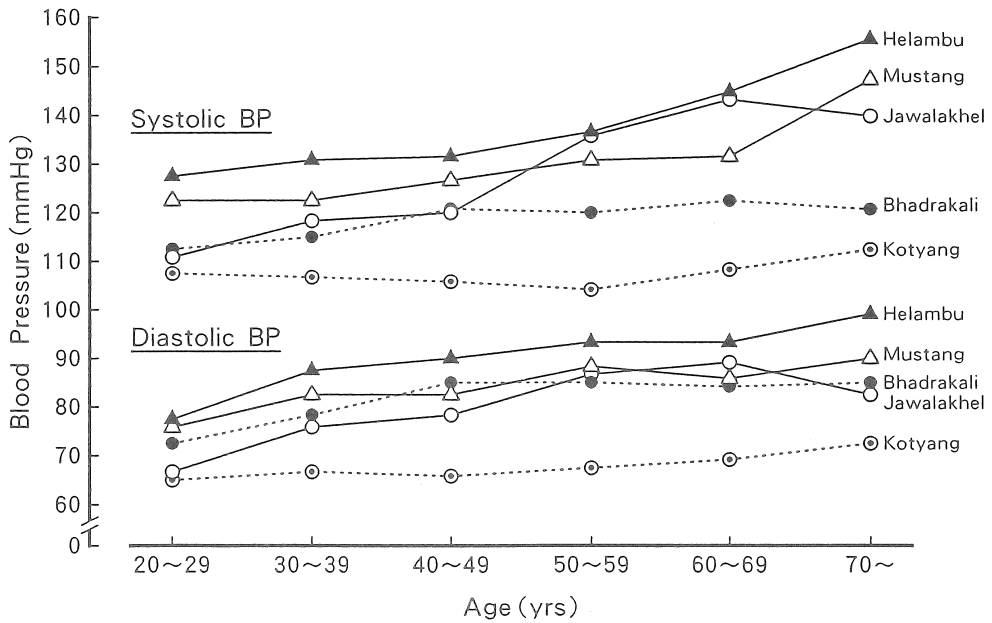


Fig.-2 Systolic and diastolic blood pressure in males by age-group and area

### 3.2. 血圧値

血圧は男女ともK・B村で低く、塩茶を常飲する3地区で高かった。収縮期ならびに拡張期血圧を年齢階級別、地域別に見ると、Figure-2に示すようにK村男性では加齢による血圧上昇が認められず、また140/90 mmHg以上の高血圧者は皆無であった。それに対して塩茶を常飲している3地域(J・H・M地区)では、血圧は加齢とともに確実に上昇した。女性もほぼ同様な成績であった。

### 3.3. NaならびにK排泄量の推定値

簡便法<sup>31-33)</sup>を用いて推定した尿中Na排泄量はTable-2に示すように、K村、B村、J地区で低値を示したものの、いずれも日本人の食塩摂取量(平均12g/日)とほぼ同じであった。しかし、山岳地のM、H地区では1日15g前後の摂取量であった。尿中K排泄量はJ地区が最も低値(約2g/日)であり、その他の地区も最も多いH地区男性で1日3g程度で、

摂取量として多くはなかった。尿中Na/K比は逆にJ地区が最も高値で、それ以外の4地区ではほぼ同じ値を示した。

### 3.4. CaならびにMg摂取量の推定

簡便法を適用して推定したCaならびにMg排泄量の参考値(SCa/PCr、SMg/PCr)をTable-2に示した。5地区の男性を比較すると、SCa/PCrはJ地区で最も多く、H地区で少なかった。またSMg/PCrはK村、B村で最も多く、H地区で最も少なかった。SCa/Mg比はJ地区が最も大きく、H地区が最も小さい値を示した。女性でもほぼ同様な傾向であった。

### 3.5. 最大酸素摂取量

男性の最大酸素摂取量を年齢階級別に見ると、30歳台ではK村で著しく高値を示したが、他の年齢階級群ではK・H・Mの3地区はほぼ同じであった。しかし平地(カトマンズ盆地)に住むBとJの2地区では低い値を示した。女性もほぼ同じ傾向であった。

Table-2 Urinary Electrolyte Excretions by Area and Sex

	Kotyang	Bhadrakali	Jawalakhel	Mustang	Hclambu
<b>Males</b>					
UNaV (mEq/day) <sup>a)</sup>	208 ± 6	221 ± 4	217 ± 4	248 ± 5	262 ± 6
UKV (mEq/day) <sup>a)</sup>	63 ± 1.0	59 ± 0.9	50 ± 0.8	68 ± 1.2	76 ± 1.4
UNa/K ratio(mEq/mEq) <sup>b)</sup>	3.4 ± 0.08	3.8 ± 0.07	4.7 ± 0.09	3.7 ± 0.07	3.6 ± 0.08
SCa/PCr (mg/day) <sup>c)</sup>	69 ± 5.6	68 ± 5.3	108 ± 5.8	64 ± 4.0	57 ± 4.7
SMg/PCr (mg/day) <sup>c)</sup>	125 ± 4.6	106 ± 3.3	79 ± 2.2	98 ± 4.2	114 ± 4.6
SCa/Mg ratio(mg/mg) <sup>d)</sup>	0.64 ± 0.05	0.61 ± 0.03	1.47 ± 0.06	0.86 ± 0.06	0.56 ± 0.03
<b>Females</b>					
UNaV (mEq/day) <sup>a)</sup>	183 ± 5	200 ± 5	205 ± 3	225 ± 4	239 ± 6
UKV (mEq/day) <sup>a)</sup>	55 ± 0.8	57 ± 0.8	48 ± 0.6	63 ± 1.0	69 ± 1.1
UNa/K ratio(mEq/mEq) <sup>b)</sup>	3.3 ± 0.08	3.6 ± 0.07	4.5 ± 0.08	3.6 ± 0.07	3.6 ± 0.09
SCa/PCr (mg/day) <sup>c)</sup>	46 ± 4.4	33 ± 2.7	55 ± 3.0	44 ± 2.9	44 ± 3.6
SMg/PCr (mg/day) <sup>c)</sup>	84 ± 3.6	71 ± 2.5	53 ± 1.8	71 ± 3.0	71 ± 3.1
SCa/Mg ratio(mg/mg) <sup>d)</sup>	0.67 ± 0.06	0.49 ± 0.03	1.18 ± 0.07	0.79 ± 0.05	0.71 ± 0.03

<sup>a)</sup> UNa(or K)V : Estimated urinary Na(or K) excretion, (Mean ± SEM)

<sup>b)</sup> UNa/ K ratio : UNaV/ UKV ratio,

<sup>c)</sup> SCa(or Mg)/PCr : Spot-urine Ca(or Mg)/Cr concentration × predicted creatinine excretion (PCr)

<sup>d)</sup> SCa/Mg ratio : Spot-urine Ca/Mg ratio



Table-3 Multiple Regression Analysis of Systolic and Diastolic Blood Pressure by Area

Independent variables	Standardized partial regression coefficient Dependent variable : Systolic blood pressure				
	Kotyang	Bhadrakali	Jawalakhel	Mustang	Helambu
Age	0.180**	0.310***	0.486***	0.346***	0.454***
Body mass index	0.136**	—	0.174***	0.242***	0.115**
Sex	-0.117*	-0.163***	-0.137***	-0.160**	—
Urinary Na#	0.140*	0.127*	0.083△	0.160**	0.196**
Urinary K#	—	—	-0.072△	-0.198***	-0.107*
Urinary Ca §	—	—	0.163***	—	0.181*
Urinary Mg §	—	—	-0.082△	-0.060*	-0.077△
R <sup>2</sup>	0.077	0.130	0.373	0.271	0.360
F-value	4.33***	9.33***	44.40***	22.24***	26.40***

Independent variables	Standardized partial regression coefficients Dependent variable : Diastolic blood pressure				
	Kotyang	Bhadrakali	Jawalakhel	Mustang	Helambu
Age	0.214***	0.321***	0.423***	0.312***	0.432***
Body mass index	0.108*	0.119**	0.241***	0.289***	0.223***
Sex	—	-0.193***	-0.171***	-0.160**	—
Urinary Na#	0.146**	—	—	0.139*	0.176**
Urinary K#	—	—	—	-0.193***	—
Urinary Ca §	—	—	0.164***	—	0.139*
Urinary Mg §	—	—	-0.073*	-0.093△	—
R <sup>2</sup>	0.074	0.147	0.337	0.271	0.333
F-value	4.17***	10.84***	37.88***	22.77***	23.48***

△p<0.1, \*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

# Estimated 24-h urinary Na (or K) excretion

§ Spot-urine Ca(or Mg)/Cr concentration × predicted creatinine excretion (PCr), which is represented as SCa/PCr or SMg/PCr in the text, respectively.

### 3.6. 重回帰分析

血圧とミネラルの関連を明らかにするために、収縮期血圧と拡張期血圧を従属変数、年齢、性、地区、BMI、UNaV、UKV、ならびにSCa/PCrおよびSMg/PCrを独立変数として、

重回帰分析を行った。その結果、Table 3上段に示すように収縮期血圧にはすべての地区で年齢が有意に正に、BMIおよびUNaVは4地区、SCa/PCrは2地区で有意に正に関わっていた。またUKVは2地区、SMg/PCrは3地区で負に関わる傾向にあった。

拡張期血圧も収縮期血圧と同様年齢、BMI、UNaV、SCa/PCrが5地区あるいは一部の地区で有意に正に、KとMgは一部の地区で負に関わっていた（Table 3下段）。また、尿中Na/K比とSCa/Mg比は収縮期・拡張期血圧のいずれにも有意に正に関わっていた。

#### 4. 考 察

検査時期はH地区以外はすべて8～9月に実施したが、H地区だけは3月に実施した。従って季節の違いによる気温の差はあるものの摂氏10度前後で、血圧値などに大きく影響を及ぼすほどの差ではないと考えられる。

調査の結果、血圧はH地区で最も高く、K村で最も低かった。とくにK村では一日食塩摂取量は12g程度と推定され、他の地区と比べて著しい差はなかったにも関わらず、加齢による血圧上昇はほとんど認められなかった。文明諸国で見られる加齢による血圧上昇現象が、必ずしも過剰の食塩摂取によるものであるとはいえない成績であった。K村住民では肥満が全くなく、体力( $\dot{V}O_2\max$ )が著しく強いことが、食塩の昇圧作用を抑制していると思われた<sup>3)</sup>。

対象者全員のNa、K摂取量は尿中Na・K排泄量推定法を用いて推定した<sup>31-33)</sup>。この方法は十分な基礎的検討を行って確立した方法である。一度に多人数を調査する疫学調査や今回のネパール調査地域のように、時間の観念がなく、太陽の動きとともに生活しているような人々を対象に24時間蓄尿を指導しても、まず正確な蓄尿は望めない。著者らは不正確な24時間蓄尿よりこの簡便法の方がより正確に個人の排泄量を表わすと考え、フィールドワークに適用している。

Ca・Mg摂取量を推定する簡便法は今のところ確立されていない。そこでNa・Kの簡便推定法を利用して、CaおよびMgの尿中排泄量の概数（SCa/PCrおよびSMg/PCr）を推定し、参考値とした。これらの値はNa・Kの推定値と異なり、Ca・Mg排泄量の絶対値を推定するものではないが、単にクレアチニンで補正するよりも、より正確な個人の排泄量を反映すると思われる。事実、これらの推定値を用いてCa・Mgの血圧に及ぼす影響を検討した重回帰分析では、従来から報告されている成績に一致する結果が得られた。しかしながら、NaやKと異なってCa・Mgの場合、摂取量の一部しか尿中に排泄されないため、尿中排泄量からCa・Mg摂取量を推定することには問題があるかもしれない。

以上の点を踏まえて、村あるいは地区ごとに行った重回帰分析の成績を検討すると、従来からいわれているように、年齢・肥満度に加えて食塩は極めて重要な血圧関連要因であり、収縮期および拡張期血圧のいずれとも有意に正に関わっていた。また、血圧とK、Ca

あるいはMgとの関わりも弱いながら認められた。すなわちCaは収縮期あるいは拡張期血圧と正に、KとMgはいずれも負に関わっていた。

疫学的調査では、食事中のCa/Mg比が虚血性心疾患の死亡率と正に関わっていると報告されている<sup>34)</sup>。またWHO CARDIAC Studyでは尿中Mg排泄量と血圧は有意な負の相関を示したとの報告もある<sup>35)</sup>。著者らの国内調査の成績でも血圧値と食事中Ca/Mg比は正相関を示しており<sup>36)</sup>、高血圧や循環器疾患にNaだけでなく、KおよびMgやCaも関与していることは明らかと思われる<sup>37,38)</sup>。今後は非薬物療法あるいは life-style modification の中で、血圧とK、Mg、Caなどのミネラル摂取との関わりも重要視されていくであろう。

## 5. まとめ

1987年以来続けてきたネパール健康科学調査の中から、生活環境や食生活に特徴のある5地区の20歳以上の健康な住民2,267名を対象に、高血圧関連要因としてのミネラル(Na・K・Ca・Mg)摂取量の意義を明らかにすることを目的として検討を行った。各地区の調査はすべて同一方法で行い、各々の検査は同じ検者が担当して行った。

今回は食事調査成績や血液生化学検査成績などとは別に、簡便法を用いた尿中排泄量から推定したミネラル摂取量を主体に、血圧との関わりを重回帰分析を用いて検討した。

- 1) 高血圧の頻度は0%から47%まで地区によって著しい差がみられた。
- 2) 1日食塩摂取量は12～15gで、地域差が認められた。
- 3) 1日K摂取量は2～3gで、多くはなかった。
- 4) 肥満度、身体活動量には地域差がみられた。
- 5) 血圧には、年齢・肥満度に加えてNaが強く正に関わっていた。
- 6) また血圧にはCaが正に、Mgは負に関わっており、その比(Ca/Mg)は血圧と正に関わっていた。
- 7) Kは血圧に強く負に関わっている地域もあったが、全体で見るとそれほど強い関わりは認められなかった。

今後、非薬物療法あるいは life-style modification の中で、血圧とミネラルの関わりは益々重要視されていくと思われる。

## 6. 文 献

- 1) 川崎晃一, 上園慶子, 緒方道彦, 他: 起床後2回目の尿と尿中Creatinine排泄量予測値を用いた24時間尿中Na・K排泄量推定法 -ネパール健康科学調査への応用-. 高血圧 11:56, 1988.
- 2) 川崎晃一, 伊藤和枝, 上園慶子, 他: ネパール丘陵農村および都市近郊農村住民の血圧規定因子に関する疫学的検討. 高血圧 12:57, 1989.
- 3) 緒方道彦(研究代表者)『報告書』ネパールにおける高血圧発症要因の比較疫学的研究. 九州大学健康科学センター, 1989, pp.1-245.
- 4) 川崎晃一, 上園慶子, 大柿哲朗, 他: ネパール山村並びに都市近郊農村住民の高血圧関連要因に関する比較疫学的研究. Ther Res 10:125-132, 1989.
- 5) 上園慶子, 川崎晃一, 大柿哲朗, 他: ネパール王国丘陵農村および都市近郊農村住民における健康科学調査-生活歴、家族歴、自覚・他覚的所見を中心に-. 健康科学 12:1-11, 1990.
- 6) 大坂哲郎, 許斐貞美, 大柿哲朗, 他: ネパール人を対象とした体脂肪率と生活形態に関する比較研究. Ann Physiol Anthropol 9:265-273, 1990.
- 7) 川崎晃一編: ネパールにおける高血圧発症要因の比較疫学的研究. 第二次・第三次健康科学調査報告書, 1991, pp.1-107.
- 8) 小林 茂, 川崎晃一, 佐々木 悠, 他: ネパール王国中部農村の生業活動と季節. 健康科学 14:59-68, 1992.
- 9) 川崎晃一, 佐々木 悠, 伊藤和枝, 他: ネパール王国丘陵農村ならびに都市近郊農村住民の血圧、食塩摂取量および血液生化学検査の比較と季節差-第二次健康科学調査-. 健康科学 14:69-78, 1992.
- 10) 伊藤和枝, 川崎晃一, 大柿哲朗, 他: ネパール王国丘陵農村ならびに都市近郊農村住民の食生活および栄養素等摂取状況の比較と季節差-第二次健康科学調査-. 健康科学 14:79-88, 1992.
- 11) 吉水 浩, 大柿哲朗, 川崎晃一, 他: ネパール王国丘陵農村ならびに都市近郊農村住民の形態および最大酸素摂取量. 健康科学 14:87-97, 1992.
- 12) 川崎晃一: “塩茶”を常飲するチベット族を対象とした高血圧発症要因に関する比較疫学的研究. 平成2年度助成研究報告集. 生理学・食品科学編. 財団法人ソルト・サイエンス研究財団. 1992.3, pp.191-229.
- 13) 川崎晃一, 伊藤和枝, 大柿哲朗, 他: “塩茶”を常飲するチベット族を対象とした高血圧発症要因に関する比較疫学的研究. 高血圧 16:51, 1993
- 14) Kawasaki T, Itoh K, Uezono K, et al. : Factors influencing the difference in the prevalence of hypertension between hilly and suburban villages in Nepal. Seventh Symposium on Salt, Vol. II, Elsevier Science Publishers, B.V.Amsterdam. 1993, pp.257-262.

- 15) 川崎晃一: “塩茶”を常飲するチベット族を対象とした高血圧発症要因に関する比較疫学的研究. 平成3年度助成研究報告集. 生理学・食品科学編. 財団法人ソルト・サイエンス研究財団. 1993.3, pp.217-231.
- 16) Kawasaki T, Itoh K, Ogaki T, et al. : Investigation of high salt intake in a Nepalese population with low blood pressure. *J Human Hypertens* 7:131-140,1993.
- 17) 大柿哲朗, 吉水浩, 川崎晃一, 他: ネパール王国の都市近郊に居住するチベット移住民の形態および最大酸素摂取量. *健康科学* 15:1-10, 1993.
- 18) 川崎晃一, 伊藤和枝, 大柿哲朗, 他: ネパール王国の都市近郊に居住するチベット移住民の医学調査. *健康科学* 15:11-20, 1993.
- 19) 伊藤和枝, 川崎晃一, 大柿哲朗, 他: ネパール王国の都市近郊に居住するチベット移住民の食生活. *健康科学* 15:21-27, 1993.
- 20) Itoh K, Kawasaki T, Ogaki T, et al. : Relationship between total serum cholesterol level and nutritional and physical status in Nepalese rural people. *J Nutr Sci Vitaminol* 39:127-139, 1993.
- 21) 川崎晃一, 伊藤和枝, 大柿哲朗, 他: 塩茶を常飲するネパール山岳地住民(シェルパ族)を対象とした高血圧発症要因に関する比較疫学的研究—ネパール丘陵地農村住民との比較—. *健康科学* 16:17-26, 1994.
- 22) 伊藤和枝, 川崎晃一, 大柿哲朗, 他: 塩茶を常飲するネパール山岳地住民(シェルパ族)を対象とした栄養疫学的研究. *健康科学* 16:27-34, 1994.
- 23) 吉水浩, 大柿哲朗, 川崎晃一, 他: ネパール大國山岳地住民(シェルパ族)の形態および最大酸素摂取量. *健康科学* 16:35-48, 1994.
- 24) 大柿哲朗, 吉水浩, 川崎晃一, 他: ネパール大國西北部山岳地に居住するタカリ族の形態および最大酸素摂取量. *健康科学* 17:93-101, 1994.
- 25) 川崎晃一, 伊藤和枝, 大柿哲朗, 他: 塩茶を常飲し蕎麦を主食とするネパール山岳地住民における血圧関連要因の検討. *健康科学* 17:121-130, 1994.
- 26) Nagamine S : Evaluation of body fatness by skinfold measurements. *JIBP Synthesis* 34:16-20, 1975.
- 27) Margaria R, Aghemo P and Rovelli E : Indirect determination of O<sub>2</sub> consumption in man. *J Appl Physiol* 20:1070-1073, 1965.
- 28) Gopalan C, Rama Sastri BV and Balasubramanian SC (Eds), *Nutritive Value of Indian Foods*. National Institute of Nutrition, Indian Council of Medical Research, Hyderabad, India, 1974, pp.1-149.
- 29) 川崎晃一, 上園慶子, 佐々木悠, 他: カフ振動法による半自動血圧測定装置(OMRON HEM401C)の実用性の検討. *健康科学* 12:125-130, 1990.
- 30) 川崎晃一, 上園慶子, 伊藤和枝, 他: 年齢・身長・体重を用いた24時間尿中クレアチニン排泄量予測式の作成とその検討. *日本公衛誌* 38:567-574, 1991.
- 31) 川崎晃一, 上園慶子, 宇都宮弘子, 他: 24時間尿中カリウム排泄量推定法に関する研究—

尿中クレアチニン排泄量予測値と分割尿を用いた推定法の基礎的検討一。健康科学 9:133-136, 1987.

32) 川崎晃一, 上園慶子, 伊藤和枝, 他: 尿中クレアチニン排泄量予測値と起床後2回目のスポット尿を用いた24時間尿中ナトリウムならびにカリウム排泄量の推定法。健康科学10: 115-120, 1988.

33) Kawasaki T, Itoh K, Uezono K, et al. : A simple method for estimating 24 hour urinary sodium and potassium excretion from second morning voiding urine specimen in adult people. Clin Exp Pharm Physiol 20:7-14, 1993.

34) Karppanen H, Tanskanen A, Tuomilehto J, et al. : Minerals and sudden coronary death. Adv Cardiol 25:9-24, 1978.

35) Yamori Y : Experimental and epidemiological studies on the role of magnesium in the pathogenesis and prevention of cardiovascular diseases. In : Magnesium, in health and disease (Eds. Itokawa Y, Durlach J) 1989, pp.243-252.

36) 伊藤和枝, 上園慶子, 川崎晃一: ナトリウム・カリウム・カルシウム・マグネシウム摂取量と血圧との関連。日本公衛誌 42:95-103, 1995.

37) 川崎晃一, 伊藤和枝, 上園慶子: KあるいはCa補給による降圧とその限界。Therapeutic Research 10:2599-2605, 1989.

38) 川崎晃一, 伊藤和枝: マグネシウム (Mg) の薬効一とくに降圧効果について一。BIO INDUSTRY 12:14-22, 1995.

No.9428

The Significance of the Daily Mineral Intake (Sodium, Potassium,  
Calcium and Magnesium) on the Genesis of Hypertension in Nepal

Terukazu Kawasaki, Tetsuro Ogaki, Kazue Itoh<sup>1)</sup>, Yutaka Yoshimizu<sup>2)</sup>,  
Pradeep K. Ghimire<sup>3)</sup> and Gopal P. Acharya<sup>3)</sup>

Institute of Health Science, Kyushu University,

<sup>1)</sup> Nakamura Gakuen University,

<sup>2)</sup> Kurume University, Japan

<sup>3)</sup> Institute of Medicine, Tribhuvan University, Nepal

Summary

The aim of this study is to investigate the significance of the sodium (Na), potassium (K), calcium (Ca) and magnesium (Mg) intake on the genesis of hypertension in five different areas in Nepal. A total of 1,115 men and 1,152 women (20–85 years) were recruited for this study from five different areas; i.e. hilly villagers (Kotyang: 206 men, 212 women), suburban villagers (Bhadrakali: 265, 244), Tibetan immigrants (Jawalakhel: 242, 306) and mountain villagers (Mustang: 229, 212 and Helambu: 173, 178). Similar medical, nutritional and anthropometrical procedures were performed on each group. The blood pressure (BP) was measured using a semiautomated device. The 24-h urinary Na and K excretions were calculated using a simple method developed by us. The 24-h urinary Ca and Mg excretions were estimated using the predicted 24-h creatinine values. A forward stepwise multiple linear regression analysis was used for the statistical method to assess the relationship of seven variables (age, BMI, sex, and urinary Na, K, Ca and Mg excretions) with the systolic (S) and diastolic (D) BP. The prevalence of hypertension ranged from 0 to 47% in 5 areas, and was found to be the lowest in Kotyang and the highest in Helambu. The daily salt consumption was estimated to be between 12 and 15 g. The SBP and/or DBP were significantly and positively associated with age, BMI, urinary Na and Ca excretions, while a significantly negative correlation was observed for the urinary K and Mg based on a multiple regression analysis. These results suggest that, in addition to the age and the body composition, not only the salt intake, but the intakes of K, Mg and Ca as well may also contribute to the genesis of hypertension in Nepalese inhabitants.