九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

血圧規定要因としてのミネラル摂取量の意義 ： ネパール健康科学調査より

川崎, 晃一
Institute of Health Science, Kyushu University

伊藤, 和枝
Nakamura Gakuen University

大柿, 哲朗
Institute of Health Science, Kyushu University

吉水, 浩
Kurume University

他

https://doi.org/10.15017/669

出版情報：健康科学. 20, pp.109-118, 1998-03-16. Institute of Health Science,Kyushu University
バージョン：
権利関係：

血圧規定要因としてのミネラル摂取量の意義
― ネパール健康科学調査より ―

川 﨑 晃 一　伊 藤 和 枝*　大 柿 哲 朗
吉 水 浩**　小 林 茂***　上 園 慶 子
Pradeep K. GHIMIRE**** Sashi SHARMA**** Gopal P. ACHARYA****

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

Terukazu KAWASAKI, Kazue ITOH*, Tetsuro OGAKI,
Yutaka YOSHIMIZU**, Shigeru KOBAYASHI***, Keiko UEZONO,
Pradeep K. GHIMIRE****, Sashi SHARMA****, and Gopal P. ACHARYA****

Abstract

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 and diastolic 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 15g. The systolic BP and/or diastolic BP 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.

Key words: blood pressure, sodium, potassium, calcium, magnesium, hypertension, Nepal.

(Journal of Health Science, Kyushu University, 20 : 109－118, 1998)

Institute of Health Science, Kyushu University, Kasuga 816-8580, Japan.
* Nakamura Gakuen University, Fukuoka 814-0198, Japan.
** Kurume University, Kurume 839-8502, Japan.
*** Graduate School of Social and Cultural Studies, Kyushu University, Fukuoka 810-8560, Japan
**** Institute of Medicine, Tribhuvan University, Kathmandu, Nepal

緒　言

降圧療法の最終目的は血圧を下げることのみでなく，脳・心臓・血管系合併症の予防と改善にある。その目的達成のためには，高血圧のみでなく，他の脳・心臓・血管系の危険因子，例えば高脂血症，虚血性心臓病，糖尿病，高尿酸血症などに関連する生活習慣の改善も必要であり，薬物療法だけでは目的を達成することが困難である[1]。JNC-V(1993)のみならずごく最近報告されたJNC-VI(1997)でも，降圧療法のガイドラインの中の生活習慣改善の項目として，減塩のほかにカリウム（Mg）やマグネシウム（Mg）ならびにカルシウム（Ca）の適量摂取を推奨しており[36]、降圧療法におけるNa，K，Mg，Caなどのミネラルの役割が重要視されてきている。

著者らは、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日本・ネパール合同学術調査隊を編成して，高血圧発症要因を明らかにするため，1987年以来生活環境や食習慣などが著しく異なるネパール人を対象に，学際的視野に立った健康科学調査を行ってきた[2-6, 8-15, 17, 19-35, 37-40]。ここでは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

1．対　象

Fig. 1に示す5地域で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。

1）丘陵農村（Kotyang村；K村と略す[12, 24]）：ネパールの首都カトマンズ市から直線距離で約30km東北東の丘陵地（標高1,000～1,300m）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米などで，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％）をよく飲んでいた。

2）都市近郊農村（Bhadrakali村；B村[12, 24]）：カトマンズ市北西に隣接する農村住民509名（男性265名，女性244名；20～83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。砂糖入り紅茶を飲むが，アルコールは余りたしなんでいなかった。

3）Jawalakhel（J）地区[9, 15, 17]：1959年のダライ・ラマのインド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）を対象とした。チベット高原在住時のチベット茶（塩茶）を常飲する習慣を，現在もなお保ち続けていた。

4）Mustang（M）地区[20]：対象は，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地区の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。蕎麦や米を主食とし，塩茶を常飲していた。

5）Helambu（H）地区9, 19）：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．方　法

5つの地区における調査，測定などはほとんどすべて同一検者が同一機器を用いて，同一方法で行った。詳細は既に報告しているので簡単に記す。

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)[2]）を計算し，体脂肪率（％Fat）をNagamineの方法[31]で測定した。また最大酸素摂取量の推定はMargariaらの簡便法[30]を用いた。

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[2]より算出した。

3）医学的調査

(1) 血圧・脈拍：数分以上の安静座位後，左腕で半自動血圧計（OMRON－HEM401C，立石電機KK）27)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) 尿中電解質排泄量の推定：起床後2回目のスポット尿(SU)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

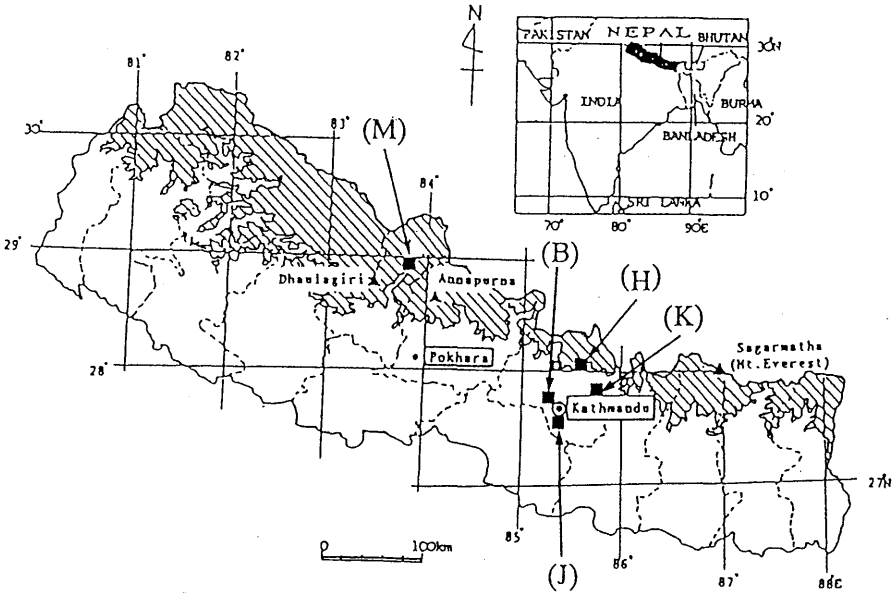

Fig.1　Location of the survey areas in Nepal
(K) Kotyang,　(B) Bhadrakali,　(j) Jawalakhel,　(H) Helambu,　(M) Mustang
▨ : Area above 3,000m in heigh　—— : National boundary　----- : Zonal boundary

検査を行った。その後，尿の一部をギヤマンチューブに採取して密閉し，－20℃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）[14,23]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[14,22,28]。また，著者らの推定法を応用して PCr[14,23]と尿中 Cr 濃度で補正した尿中 Ca 排泄量（ECa/PCr），尿中 Mg 排泄量（EMg/PCr）を計算して，Ca，Mg摂取量の参考値とした。

(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8㎖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，トリブバン大学教育病院の冷凍庫で，－40℃にて冷凍，また，Mustang，Helambu 地区は冷凍保存が不可能であったため，血清を冷凍用チューブ（Nunc Cryo Tube No.363401，1.8㎖，Denmark）に分注して液体窒素ボンベ中に保存した。血清および尿は，カトマンズから日本までドライアイスとともに空輸して，CRC 臨床検査センターに委託して必要な項目を帰国後2週以内に測定した。

(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，必要に応じて投薬などの治療を行った。

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，ECa/PCr 比および EMg/PCr 比を独立変数として，変数増減法で重回帰分析を行った。さらに，UNav，UKV のかわりに尿中 Na/K 比を，また ECa/PCr および EMg/PCr のかわりにスポット尿中 Ca/Mg（SUCa/Mg）比を独立変数として投入し，同様の分析を行った。

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。

結　　果

1．対象者のプロフィル

対象者のプロフィルを地域別，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村が他の3地区に比して小であり，% Fat はK村で著しく低値を示した。

2．血圧値・血圧区分

血圧は Table 1，Fig. 2 に示すように男女ともK・

Table 1. Profiles of the Subjects by Area and Gender

	Kotyang	Bhadrakali	Jawalakhel	Mustang	Helambu
Males					
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^2)	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
Females					
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 of age (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^2)	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)

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 Fig. 2 に示した。K村男性では加齢による血圧上昇がほとんど認められず，また140/90mmHg 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。

WHO血圧区分による正常血圧，境界域高血圧および高血圧の頻度を Table 2 に示した。K地区男性には高血圧がなく，その他の地域でも表に示すように高血圧の頻度は日本人のそれより低値を示した。

3．NaならびにK排泄量の推定値

簡便法[14,22,28]を用いて推定した尿中 Na 排泄量は Table 3 に示すように，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。同じく尿中K排泄量はJ地区が最も低値であり，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。

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（ECa/PCr，EMg/PCr）を Table 3 に示した。5地区の男性を比較すると，ECa/PCr はK地区，M地区が大きく，J地区で最も小さかった。また EMg/PCr はJ地区が最も小さく，K地区で最も大であった。SUCa/Mg 比もJ地区，M地区が大で，H地区が最も小さい値を示した。女性でもほぼ同じ傾向であったが，SUCa/Mg 比はB村で最も低値であった。

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歳代では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。

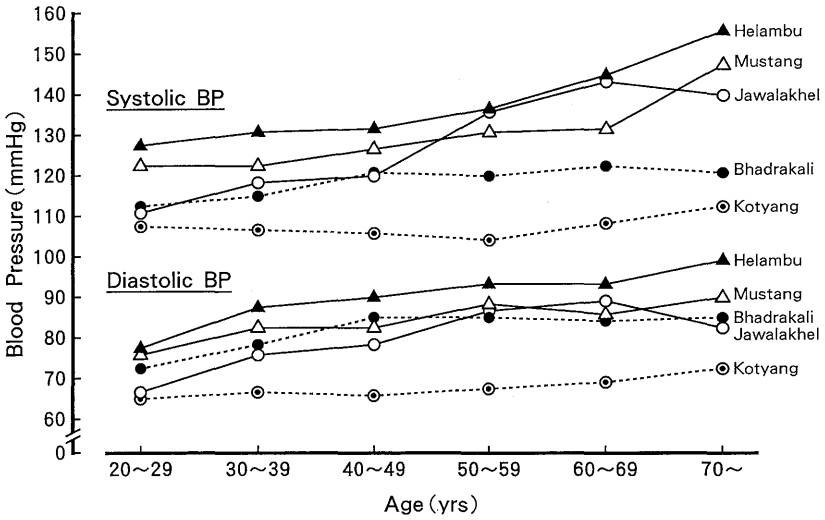

Fig. 2 Systolic and diastolic blood pressure (BP) in mades by age-group and area

Table 2. Incidence of Normotensive, Borderline Hypertensive and Hypertensive Subjects in 5 Areas

	Males			Females		
	NT	BHT	HT	NT	BHT	HT
Kotyang	100.0%	0%	0%	96.3%	2.8%	0.9%
Bhadrakali	83.5	7.1	9.4	92.2	2.9	4.9
Jawalakhel	71.9	12.8	15.3	85.6	7.5	6.9
Mustang	74.9	10.3	14.8	79.5	6.7	13.8
Helambu	53.2	15.0	31.8	53.4	12.9	33.7

NT: normotensive, BHT: borderline hypertensive, HT: hypertensive subjects

Table 3. Urinary Electrolyte Excretions by Area and Gender

	Kotyang	Bhadrakali	Jawalakhel	Mustang	Helambu
Males					
UNaV (mEq/day)[a]	208±6	221±4	217±4	248±5	262±6
UKV (mEq/day)[a]	63±1.0	59±0.9	50±0.8	68±1.2	76±1.4
UNa/K ratio (mEq/mEq)	3.3±0.08	3.8±0.07	4.4±0.09	3.7±0.07	3.5±0.08
ECa/PCr (mg/day)[b]	60±4.3	59±3.9	49±2.6	60±3.5	51±3.9
EMg/PCr (mg/day)[b]	118±4.3	104±3.3	80±3.3	98±4.3	113±4.7
SUCa/Mg ratio (mg/mg)[c]	0.51±0.04	0.57±0.03	0.61±0.03	0.61±0.04	0.46±0.04
Females					
UNaV (mEq/day)[a]	183±5	200±5	205±3	225±4	238±6
UKV (mEq/day)[a]	55±0.8	57±0.8	48±0.6	63±1.0	69±1.1
UNa/K ratio (mEq/mEq)[b]	3.3±0.08	3.5±0.07	4.3±0.08	3.6±0.07	3.4±0.09
ECa/PCr (mg/day)[c]	42±3.9	30±2.2	28±1.6	44±3.1	44±3.7
EMg/PCr (mg/day)[c]	85±3.9	71±2.6	52±2.0	71±3.1	72±3.3
SUCa/Mg ratio (mg/mg)[d]	0.55±0.04	0.43±0.03	0.54±0.02	0.63±0.04	0.62±0.04

(Mean±SEM)

a) UNa (or K) V: Estimated urinary Na (or K) excretion,
b) UNa/K ratio: UNaV/UKV ratio
c) ECa (or Mg)/PCr: Spot urine Ca (or Mg)/Cr concentration×predicted creatinine excretion (PCr)
d) SUCa/Mg ratio: Spot urine Ca/Mg ratio

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 ECa/PCr および EMg/PCr を独立変数として，変数増減法で重回帰分析を行った成績を Table 4に示す。収縮期血圧にはすべての地区で年齢が有意に正に，UNaV はB村以外の4地区，BMI は3地区，ECa/PCr は2地区で有意に正に関わっていた。また EMg/PCr は3地区で，UKV はJ・M地区で有意に負に関わっていた。また拡張期血圧も収縮期血圧と同様年齢，BMI，UNaV，ECa/PCr が有意に正に関わっていたが，Mg と K はそれぞれ一地区だけで，いずれも負に関わっていた。

一方，表には示していないが，尿中 Na/K 比と ECa/PCr，EMg/PCr のかわりにスポット尿中 Ca/Mg 濃度比(SUCa/Mg 比)を独立変数にして重回帰分析を行うと，J・M・Hの3地区で SUCa/Mg 比は収縮期・拡張期血圧のいずれにも正に関わっていた。

考　　察

検査時期はH地区以外はすべて8～9月に実施した。H地区は3月に実施したが、気温の差は著しくなく，血圧値などに著しい影響を及ぼすとは思われなかった。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。先進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いこと，および最大酸素摂取量を指標とした体力あるいは身体活動量が著しく大であることが，食塩の昇

Table 4. 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	0.132**	0.327***	0.483***	0.328***	0.457***
Body mass index	0.118*	–	0.150***	0.229***	–
Gender a)	–	−0.169**	−0.147***	−0.147**	–
Urinary Na excretion b)	0.170*	–	0.097*	0.178**	0.254***
Urinary K excretion b)	–	–	−0.088*	−0.233***	–
ECa/PCr c)	–	–	0.150**	–	0.129*
EMg/PCr c)	–	–	−0.092*	−0.104*	−0.119*
R^2	0.073	0.137	0.376	0.265	0.335
F-value	3.28**	8.33***	37.16***	19.42***	20.64***

Independent variables	Standardized partial regression coefficient Dependent variable : Diastolic blood pressure				
	Kotyang	Bhadrakali	Jawalakhel	Mustang	Helambu
Age	0.211***	0.354***	0.410***	0.293***	0.434***
Body mass index	0.114*	–	0.218***	0.277***	0.181***
Gender a)	–	−0.189***	−0.180***	−0.137**	–
Urinary Na excretion b)	0.206**	–	–	0.152*	0.215**
Urinary K excretion b)	–	–	–	−0.242***	–
ECa/PCr c)	–	–	0.145**	–	0.127*
EMg/PCr c)	–	–	−0.096*	–	–
R^2	0.084	0.165	0.325	0.264	0.313
F-value	3.86***	10.35***	29.67***	19.37***	18.64***

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

a) males: 1, females: 2

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

c) Spot urine Ca (or Mg)/Cr concentration×predicted creatinine excretion (PCr)

圧作用を抑制していると思われた[12]。

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[14,22,28]。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。今回のネパール調査地域のように，一度に多人数を調査する疫学調査では，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，個人の排泄量を表わすにはより適切な方法と考え，これまでにも多くのフィールドワークに適用してきた。

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（ECa/PCr比およびEMg/PCr比）を推定した。これらの値はNa・Kの推定値と異なり，Caあるいは Mg排泄量の絶対値を推定するものではないが，従来から行われているように，単に尿中クレアチニン濃度で補正するよりも，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と異なり，Ca・Mgの場合は，摂取量の一部しか尿中に排泄されないので，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ろう。

以上の点を考慮した上で各変数を用いて重回帰分析を行ってそ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，血圧とは有意に正に関わっていた。また，血圧とK，CaあるいはMgとの間にも弱いながら有意な関わりが認められた。すなわちCaは収縮期・拡張期血圧と正に，KおよびMgは収縮期および拡張期血圧とそれぞれ負に関わっていた。過去の分析では，Kはそれぞれの地域でほとんど常に血圧と有意に負に関わっていたが，今回の分析では血圧に対するKの関わりが弱かった。これはKとMgあるいはCaは互いに関わりがあり，これらのミネラルを独立変数として同時に投入して重回帰分析を行ったためかも知れない。

これまでの疫学的調査では，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[8]。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報告されている[38]。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[18]，高血圧や循環器疾患にNaやKだけでなく，MgやCaも関与していることは明らかと思われる[16,18]。今後は非薬物療法あるいはlifestyle modificationの中で，血圧とNaやKの関わりは勿論，MgやCa摂取との関わりも重要視されていくことは，JNC-VI[36]の中にも明確に記されている。すなわち，lifestyle modificationの中で占める食生活の重要性がより強調されることになろう。

要　約

1987年以来続けてきている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，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。各地区の調査はすべて同一方法で行い，各々の検査はほとんど同じ検者が担当した。

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，著しい地域差はなかった。
3）肥満度，身体活動量には地域差がみられた。
4）血圧には，年齢・肥満度に加えて尿中Na排泄量が強く正に関わっていた。
5）また血圧には尿中Ca排泄量が正に，尿中Mg排泄量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。
6）尿中K排泄量は血圧に強く負に関わっている地域もあったが，全体でみるとそれほど強い関わりは認められなかった。

今後，高血圧の非薬物療法あるいはlifestyle modificationの中で，高血圧とミネラルの関わり，すなわち食生活は益々重要視されていくと思われる。

謝　辞

これらの一連のネパール健康科学調査にはネパール在住の日本人およびネパール人の多くの方々の献身的なご協力によって実施することができた。心から感謝の意を表する。

本研究テーマは，財団法人ソルトサイエンス研究財団からの研究助成（No. 9428）を受けた。また，これまでの研究には文部省科学研究費（国際学術研究：課題番号62041068，63043055，03041110）及び財団法人ソルトサイエンス研究財団助成金（平成2年度，3年度，6年度），財団法人総合健康推進財団助成金（平

成元年度)，財団法人協栄生命健康事業団研究助成金(平成３年度)，社会厚生事業研究助成金（千代田生命健康開発事業団平成４年度）をはじめ，多くの方々の奨学資金や寄付金によって行うことができた。記して心から感謝の意を表する。

文　献

1）Fagerberg, B., Berglund, A., Andersson, O. K. and Berglund, G. : Weight reduction versus antihypertensive drug therapy in obese men with high blood pressure : effects upon plasma insulin levels and association with changes in blood pressure and serum lipids. J. Hypertens., 10 : 1053-1061, 1992.

2）Gopalan, C., Rama Sastri, B.V. and Balasubramanian, S. C. (Eds) : Nutritive Value of Indian Foods. National Institute of Nutrition, Indian Council of Medical Research, Hyderabad, India, pp. 1-149, 1974.

3）Itoh, K., Kawasaki, T., Ogaki, T., Uezono, K., Yoshimizu, Y., Osaka, T., Wakana, C., Nakayama, J., Ohnaka, M., Acharya, G.P. and Ogata, M. : Relationship between total serum cholesterol level and nutritional and physical status in Nepalese rural people. J. Nutr. Sci. Vitaminol., 39 : 127-139, 1993.

4）伊藤和枝，川﨑晃一，大柿哲朗，吉水　浩，小林茂，佐々木悠，Shakya, N. S., Acharya, G. P. : 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.

5）伊藤和枝，川﨑晃一，大柿哲朗，吉水　浩，船津末弘, Shakya, N. S., Ghimire, P. K., Acharya, G. P. : 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.

6）伊藤和枝, 川﨑晃一, 大柿哲朗, 吉水　浩, Shakya, N. S., Ghimire, P. K., Regmi, P., Acharya, G. P. : 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.

7）伊藤和枝，上園慶子，川﨑晃一：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.

8）Karppanen H, Peunanen, R., and Passinen, L.: Minerals and sudden coronary death. Adv. Cardiol., 25 : 9-24, 1978.

9）川﨑晃一編：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，pp. 1-107, 1991.

10）川﨑晃一："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，pp. 191-229, 1992.

11）川﨑晃一："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，pp. 217-231, 1993.

12）Kawasaki, T., Itoh, K., Uezono, K.,Ogaki, T., Yoshimizu, Y., Kobayashi, S., Osaka, T., Ogata, M., Dhungel, S., Sharma,S. and Acharya, G. P.: Investigation of high salt intake in a Nepalese population with low blood pressure. J. Human Hypertens., 7 : 131-140, 1993.

13）Kawasaki, T., Itoh, K., Uezono, K., Ogaki, T., Yoshimizu, Y., Ogata, M., Dhungel, S. and Acharya, G. P. : 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, pp. 257-262, 1993.

14）Kawasaki, T., Itoh, K., Uezono, K. and Sasaki, H. : 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.

15）川﨑晃一，伊藤和枝，大柿哲朗，吉水　浩，小林茂，Ghimire, P.K., Sharma, S., Acharya, G.P. : 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.

16）川﨑晃一，伊藤和枝：マグネシウム(Mg)の薬効－とくに降圧効果について－．BIO INDUSTRY, 12 : 14-22, 1995.

17）川﨑晃一，伊藤和枝，大柿哲朗，吉水　浩，上園慶子, Sharma, S., Ghimire, P. K., Acharya, G. P. : "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，15

：49, 1992.

18) 川﨑晃一, 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. Ther. Res., 10：2599-2605, 1989.

19) 川﨑晃一, 伊藤和枝, 大柿哲朗, 吉水　浩, Ghimire, P. K., Regmi, P., Acharya, G. P.：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.

20) 川﨑晃一, 伊藤和枝, 大柿哲朗, 吉水　浩, Ghimire, P. K., Regmi, P., Acharya, G. P.：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.

21) 川﨑晃一, 伊藤和枝, 上園慶子, 大柿哲朗, 吉水浩, 大坂哲郎, Dhungel, S., Acharya, G. P., 緒方道彦：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.

22) 川﨑晃一, 上園慶子, 伊藤和枝, 上野道雄, 藤島正敏：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.

23) 川﨑晃一, 上園慶子, 伊藤和枝, 上野道雄：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.

24) 川﨑晃一, 上園慶子, 大柿哲朗, 伊藤和枝, 吉水浩, 大坂哲郎, 緒方道彦：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.

25) 川﨑晃一, 上園慶子, 緒方道彦, 伊藤和枝：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.

26) 川﨑晃一, 佐々木 悠, 伊藤和枝, 大柿哲朗, 吉水浩, 小林茂, 上園慶子, Ghimire, P. K., Regmi, P., Acharya, G. P.：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.

27) 川﨑晃一, 上園慶子, 佐々木悠, 伊藤和枝：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.

28) 川﨑晃一, 上園慶子, 宇都宮弘子, 今村京子, 吉川和利, 上野道雄, 藤島正敏：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－. 健康科学, 9：133-136, 1987.

29) 小林　茂, 川﨑晃一, 佐々木　悠, 大柿哲朗, 伊藤和枝, 吉水浩：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.

30) Margaria, R., Aghemo, P. and Rovelli, E.：Indirect determination of O_2 consumption in man. J. Appl. Physiol., 20：1070-1073, 1965.

31) Nagamine, S.：Evaluation of body fatness by skinfold measurements. JIBP Synthesis, 34：16-20, 1975.

32) 大柿哲朗, 吉水　浩, 川﨑晃一, 伊藤和枝, 船津末弘, Ghimire, P. K., Sharma, S. and Acharya, G. P.：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.

33) 大柿哲朗, 吉水　浩, 川﨑晃一, 伊藤和枝, Ghimire, P. K., Acharya, G. P.：ネパール大国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.

34) 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, pp. 1-245, 1989.

35) 大坂哲郎, 許斐貞美, 大柿哲朗, 川﨑晃一, 上園慶子, 伊藤和枝, 千々岩智香子：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. Anthrop., 9：265-273, 1990.

36) The Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. The Sixth Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (JNC VI). Arch. Intern. Med., 157：2413-2446, 1997.

37) 上園慶子, 川﨑晃一, 大柿哲朗, 伊藤和枝, 小林茂, 吉水浩, 大坂哲郎, 中島弘二, Dhungel, S., Acharya, G. P., Sharma, S., Upadhya, P., 緒方道彦：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.

38) 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. and Durlach, J., pp. 243-252, 1988.

39) 吉水 浩, 大柿哲朗, 川﨑晃一, 伊藤和枝, 佐々木悠, 小林 茂：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.

40) 吉水 浩, 大柿哲朗, 川﨑晃一, 伊藤和枝, Shakya, N. S., Ghimire, P. K., Regmi, P., Acahrya, G. P. ：ネパール王国山岳地住民(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.