


2001年度日中医学協会共同研究等助成事業報告書

—日本人研究者派遣—

2002年 3月 15日

財団法人 日中医学協会
理事 長 殿

訪中者氏名 近藤 雅雄 
 所属機関名 国立公衆衛生院
 部署・役職 栄養生化学部 室長
 所在地 〒108-8638 東京都港区白金台4-6-1
 電話 03-3441-7111 内線 243

1. 中国側招請機関名 中国貴州省貴陽医学院
 所在地 中国貴州省貴陽市北京路4号
 招請責任者氏名 貴陽医学院 謝 亞 雄 職名 予防医学系 副教授

2. 中国滞在日程 (訪問都市・機関名等主な日程を記入して下さい)

日 日	訪問都市	機関名	主な交流内容
7月25日	北京	特に無し	中国風土病の現状について意見交換
7月26日	貴陽市	貴陽医学院	研究打ち合わせ
7月27日	"	貴州省食品衛生研究所	講演、研究交流、施設見学
7月28日	"	"	研究交流、調査研究
7月29日	"	"	" " 研究指導
7月30日	貴陽市本里	食品衛生研究所 県衛生局、防疫隊	フィールド調査の実施
7月31日	北京	特に無し	研究交流、研究評価

3. 交流報告書

別紙報告書作成要領に準じ、講演・指導内容、訪問地の状況・課題、今後の交流計画等を報告して下さい。

講演・手術指導等の写真を添付して下さい。

※訪中記等発表に当っては、日中医学協会助成金による旨を付記して下さい。

※決算報告書(書式自由)を添付して下さい。

貴州省におけるヒ素中毒の発症機序解明と健康リスク評価およびその手法の開発に関する日中共同研究

研究者氏名 近藤雅雄
所属機関 国立公衆衛生院、栄養生化学部
共同研究者名 謝亜雄、汪思順、劉雲宝、宮本廣、大道正義
千葉百子、稲葉 裕、柘植光代、饗場直美
佐藤加代子

要 旨

ヒ素中毒による臨床症状は皮膚症状をはじめとし、がんとの関係など実に多彩であるが、いまだにヒ素の生体内での作用機序およびその毒性発現機序は不明である。そこで、これらの解明を目的として、高濃度ヒ素を含む石炭が原因で発症した極めて珍しい型の慢性ヒ素中毒患者の健康障害について検討した。その結果、①慢性ヒ素中毒患者群では尿中のヒ素濃度は対照群に比べ有意に高値を示したが、皮膚症状進行度との関係は認められなかった。尿中の他元素(24種)についてはAl, Ba, Mn, Ni, Seが検出されず、その他の元素にも著明な変動を認めしたが、ヒ素との相関関係は見られなかった。②ヒ素の代謝への影響としてポルフィリン代謝を検討したところ、尿中ポルフィリンの著明な変動を見出した。特に糞便中では29種類のポルフィリン誘導体が見出され、この内、脂溶性ポルフィリンが大量検出された。また、ポルフィリンによってはヒ素との有意な関係を認めた。③ヒ素中毒多発地域近郊の住民の身体的特徴と摂取栄養素量を調査し、日本人の栄養所要量と比較したところ、Se, Ca, レチノール、ビタミンB₁, B₂, E および脂肪摂取量の低下が著しかった。また、石炭などの生活環境因子中の元素量を一部測定したが、現時点では評価するに十分な検討にまではいたらなかった。

以上の結果から、ヒ素は生体内多元素攪乱因子であること、また、ポルフィリンの代謝に著明な影響を惹き起すことがわかった。これらはヒ素による生体曝露影響の指標、ヒ素中毒の毒性発現機序解明および中毒の予防と治療検討での基礎的資料として有用であると思われる。

Key Words ヒ素中毒、微量元素、栄養、代謝、ポルフィリン、生物学的モニタリング、リスク評価

結 言 :

人為的な汚染によらないヒ素中毒の多くは井戸水に混在するヒ素が原因である。中国でも新疆、内蒙古、山西、寧夏などでは地下水による慢性ヒ素中毒(飲用水型)が問題となっており、多くの研究が行なわれている。しかし、貴州省西南部のある地域では高濃度ヒ素を含む石炭を排煙設備のないかまどを使用して炊飯や暖房および調理する結果、屋内の空気や食物が汚染され、吸入と経口とによって曝露されるという極めて珍しい型の慢性ヒ素中毒(石炭燃焼型)が社会問題となっている¹⁾。これらの一部地域ではフッ素-ヒ素複合型中毒も見られる²⁾。また、同省ではヒ素曝露者が全人口の約10%越え、興仁県の慢性ヒ素中毒患者約4千人をはじめとして西南部に広がり、日増しに深刻化しているという。現在ではヒ素中毒の拡大を防止するための各種政策が検討されているが、石炭燃焼型のヒ素中毒は、潜伏期間が短く、急性発症し、症状が重いなど、飲用水型と多少異なっていることが報告されており、早急にヒ素中毒の早期発見、健康影響・評価・曝露影響指標の作成、予防、治療法の確立が望まれている。これまでに、ヒ素による生体影響に関する研究は多く見られるが、未だにヒ素の生体内での作用及びその毒性発現機序については不明の部分が多い。そこで、本研究ではヒ素中毒の発症機序解明と健康リスク評価及びその手法の開発を目的として、①貴州省の石炭由来による慢性ヒ素中毒患者の尿中各種微量元素排泄に及ぼす影響および②生体影響評価を目的として、公衆衛生上重要なポルフィリン代謝について、尿中への排泄パターンを追及し、さらに③貴州省のヒ素中毒発症地域の近郊で、ヒ素中毒をまったく起こしていない地域の石炭、飲用水や食物などの生活環境試料中および住民(健康人)の毛髪、尿などの生体試料中の各種微量元素濃度の測定および身体的特徴や栄養摂取状況について聞き取り調査を行った。

対象と方法

対象：①貴州省の西南部に居住し、ヒ素曝露期間8～25年の慢性ヒ素中毒患者16名（男性7名、女性9名、平均年齢37.1歳）および対照者16名（患者と同一地域に住む健康な男性8名、女性8名、平均年齢40.1歳）から、同意を得て、尿管材料の提供を受けた³⁾。尿は早朝に現地で採取し、日本で測定するまで冷凍保存した。

②同省近郊に居住し、石炭を主に生活燃料としているが、ヒ素中毒症状がまったく認められない地域に居住する健康人30名(0～9歳14名：男6名、女8名；10～19歳5名：男2名、女3名；20～29歳6名：男3名、女3名；30歳以上5名：男1名、女4名)を対象に問診、身長、体重、血圧などの一般検診と、あらかじめ作成していった身体表面・病状調査、家族歴、食生活環境調査、生活習慣和健康調査の各票に基いて聞き取り調査を行った。同時に、村民が摂取している食品、石炭、土壌、湧水、家畜の糞、草木、さらに、毛髪、尿などを村民の同意を得て採取した。

微量元素分析：尿管尿及び生活環境試料に濃硝酸と過酸化水素加え、マイクロウェーブオーブン (MLS-1200MEGA, Milestone, Italy) にて、密閉加圧式湿式分解し、mil-Q 水にて一定量に溶解し、ICP-MS (PMS-2000, 横河アナリティカルシステム) または ICP-AES (SPS1500V, セイコー電子工業) を用いて元素濃度を測定した⁴⁾。

ポルフィリン分析：著者が開発した高速液体クロマトグラフィー法によって、尿管中のポルフィリンをパターン分析した⁵⁾。

δ-アミノレブリン酸 (ALA) の測定：Dowex 1 および Dowex 50 イオン交換樹脂を用いた著者らの方法によって測定した⁵⁾。

調査項目：身体表面・病状調査、家族歴、食生活環境調査および栄養調査表をあらかじめ作成し、現地にて聞き取り調査を行った（調査内容は資料として本報告書の最後に添付した）。

結果：

1) 石炭燃焼型ヒ素中毒患者の尿管中微量元素排泄に関する検討：

尿管中ヒ素濃度の mean±SD は患者群では 184.4±200.0 μg/g creatinine (平均 160 μg/L) に対して対照群では 86.8±64.20 μg/g creatinine (平均 64 μg/L) であり、両群間に統計的に有意な差が見られた(p<0.05) (表 1)。

他の微量元素では、Cu, Ga, Sn の濃度は患者群が有意に高く、これに反して、Cr, Sr, Rb, Ti の濃度は対照群が有意に高かった。また、Al, Ba, Mn, Ni, Se は対照群では検出されたが、患者群では検出限界以下であった。

図 1 に対照群の各元素を 100%とした時の患者群の変動率を示した²⁾。Cu, Ga, Sn の濃度が患者群で有意に高い結果を得たが、これはおそらく、石炭の燃焼産物としてヒ素とともに摂取され、尿管中排泄が増加するものと思われるが、ヒ素濃度との間には有意な

表 1. Element concentrations in urine

	Patients (n=16)	Controls (n=16)		Patients (n=16)	Controls (n=16)
Al	ND	419(ND-7.96X103)a	Mo	255±158	332±328
As	184.4±200.0*	86.8±64.2	Ni	ND	29.5(0.6-805.6)b
Ba	ND	3.5(ND-1.09X103)a	P	(5.49±2.18)X105	(4.60±2.35)X105
Be	ND	ND	Pb	31.0±29.4	19.7±35.5
Bi	ND	ND	Rb	945±382**	1,916±838
Ca	(1.25±0.57)X105	(1.62±0.94)X105	Sb	4.8(1.2-97.3)b	2.3(0.5-6.4)b
Cd	5.2±6.6	3.3±2.3	Se	ND	26.3±16.4
Cr	35.2±32.9*	81.0±64.7	Sn	43.7±39.8**	12.9±9.6
Cu	94.7±67.8*	42.3±19.2	Sr	131±67*	448±216
Fe	(1.10±0.44)X103	(1.45±0.69)X103	Ti	7.5±8.4**	23.2±14.8
Ga	4.2±3.3**	1.6±1.1	V	14.9±9.7	15.7±10.7
Mg	(0.90±0.48)X105	(1.27±0.63)X105	Zn	(5.85±6.54)X103	(4.33±4.41)X103
Mn	ND	12(ND-295)a			

ND, not detectable. All values are expressed in μg/g creatinine; the data are mean±S.D., except for the ones marked with "a" or "b". *p<0.05, **p<0.01 as compared with the control. a, median (range) b, geometric mean (range).

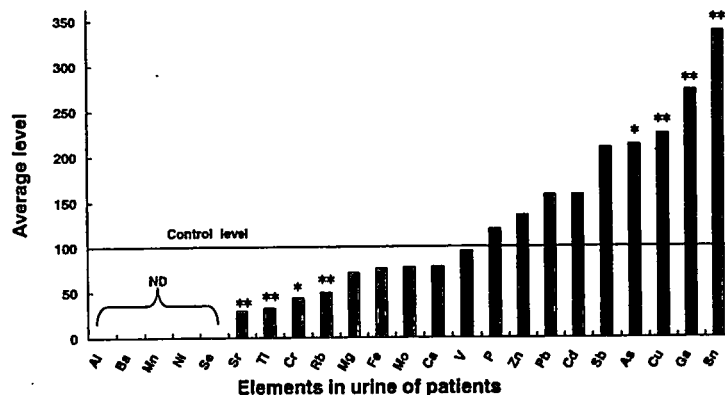


図 1 Relative levels of the elements in the patient's urine. The average values of the controls were fixed at 100 (units), and then relative values of the average concentrations of the patients were calculated. *p<0.05, **p<0.01 as compared with the controls. ND, not detectable.

相関関係は見出されなかった。また、Sr, Cr, Ti, Rb が患者群で有意に低下し、Al, Ba, Mn, Ni, Se の各元素濃度は検出限界以下であったが、ヒ素濃度との間に有意な関係は見られなかった。

糞便中ヒ素濃度は患者群では $2.07 \pm 1.75 \mu\text{g/g}$ of dry feces (mean \pm SD) に対して対照群では $0.83 \pm 0.46 \mu\text{g/g}$ であり、有意な差が見られた ($p < 0.05$)。

2) 石炭燃焼型ヒ素中毒患者の尿中ポルフィリン代謝産物に関する検討:

尿中ポルフィリン異性体、総ポルフィリン量および ALA 濃度には患者群と対照群の平均値には有意な差はなかった (表 2)。しかし、表 3 に示した様に、被験者を性別で 2 群に分け、ヒ素濃度と各種ポルフィリン濃度との相関関係を算出したところ、患者群男性のコプロポルフィリン III 型異性体、女性のヘキサーおよびペンター

表 2 Urinary porphyrins and ALA of arsenic poisoning patients and controls ($\mu\text{g/g}$ creatinine)

	Arsonism Patients (n=16)	Controls (n=16)
URO (I + III)	23.23 \pm 11.4	24.82 \pm 13.13
HEPTA (I + III)	8.01 \pm 5.57	7.94 \pm 6.34
HEXA (I + III)	0.90 \pm 1.95	1.61 \pm 4.66
U-peak 1 (Rt=8.81)	2.19 \pm 2.19	1.67 \pm 2.18
U-peak 2 (Rt=11.42)	0.43 \pm 0.64	0.60 \pm 0.86
PENTA I	0.81 \pm 0.64	0.87 \pm 1.15
PENTA III	0.11 \pm 0.46	0.34 \pm 0.45
U-peak 3 (Rt=14.37)	2.36 \pm 1.98	3.13 \pm 1.74
COPRO I	16.25 \pm 7.40	19.52 \pm 7.26
COPRO III	24.68 \pm 22.30	20.50 \pm 14.74
U-peak 4 (Rt=15.77)	0.20 \pm 0.35	0.14 \pm 0.31
Total porphyrins	79.18 \pm 39	81.16 \pm 36.14
COPRO III/COPRO I ratio	1.68 \pm 1.58	1.07 \pm 0.70
COPRO /URO ratio*	2.01 \pm 1.46	1.83 \pm 1.11
ALA	1221.5 \pm 266.7	1273.8 \pm 303.0

Values represent mean \pm SD

ALA: δ -aminolevulinic acid

HEPTA: heptacarboxylporphyrin

PENTA: pentacarboxylporphyrin

Rt: retention time (min)

*: COPRO /URO ratio: COPRO (I + III) /URO (I + III) ratio

*: "Porphyrin" amount of an unknown peak was calculated according to the formula that was used for the nearest porphyrin peak.

URO: uroporphyrin

HEXA: hexacarboxylporphyrin

COPRO: coproporphyrin

U-peak: unknown peak

表 3 Correlation analysis between urinary As and urinary porphyrins along with ALA in arsenic poisoning patients and controls

	Coefficient of correlation with urinary arsenic (r)			
	Male		Female	
	Patients n=7	Controls n=8	Patients n=9	Controls n=8
URO (I + III)	-0.4618	0.9875*	0.1329	0.3099
HEPTA (I + III)	-0.4863	0.8866*	0.1230	0.0975
HEXA (I + III)	-0.0533	ND	0.7725*	-0.1614
U-peak 1 (Rt=9.81)	-0.2841	-0.1219	-0.0121	0.7273*
U-peak 2 (Rt=11.42)	-0.4023	-0.2217	-0.0405	-0.2748
PENTA I	-0.1436	-0.5011	0.7253*	-0.1784
PENTA III	ND	0.7849*	-0.2045	-0.2551
U-peak 3 (Rt=14.37)	0.8617*	-0.4538	0.0083	-0.2435
COPRO I	0.4698	-0.0820	0.1061	0.1265
COPRO III	0.8290*	-0.3444	-0.2721	-0.2590
U-peak 4 (Rt=15.77)	-0.2248	0.0266	0.2297	0.8868*
Total porphyrins	0.9893*	-0.4734	-0.4304	-0.3555
COPRO /URO ratio	0.8778*	-0.4436	-0.3913	-0.5181
ALA	0.7504 ^Δ	0.0451	0.0208	0.7585*

*: $P < 0.05$

Δ : $P = 0.05$

ND: under detection limit

カルボキシルポルフィリン I 型異性体、対照群男性のウロー、ヘプター、ペンタ III-ポルフィリンに有意な正の相関が観察された。また、各種ポルフィリンは男性より

女性のほうが高値であり、患者群のウロー、対照群のウロー、コプロ I-ポルフィリンについては有意な差が見られた。

糞便では、尿に比べて 29 種類のポルフィリンが検出され (図 2)、そのうち 17 種類が未知のポルフィリンであった。総ポルフィリン量は、患者群では $76.56 \pm 64.48 \mu\text{g/g}$ of dry (mean \pm SD) に対して、対照群では $41.67 \pm 36.03 \mu\text{g/g}$ of dry であり、有意な差が見られた ($p < 0.05$)。特に、ペンタカルボキシルポルフィリンと 6 種類の未知ポルフィリンの増量が著しく、この内、4 種類は脂溶性ポルフィリンであった。

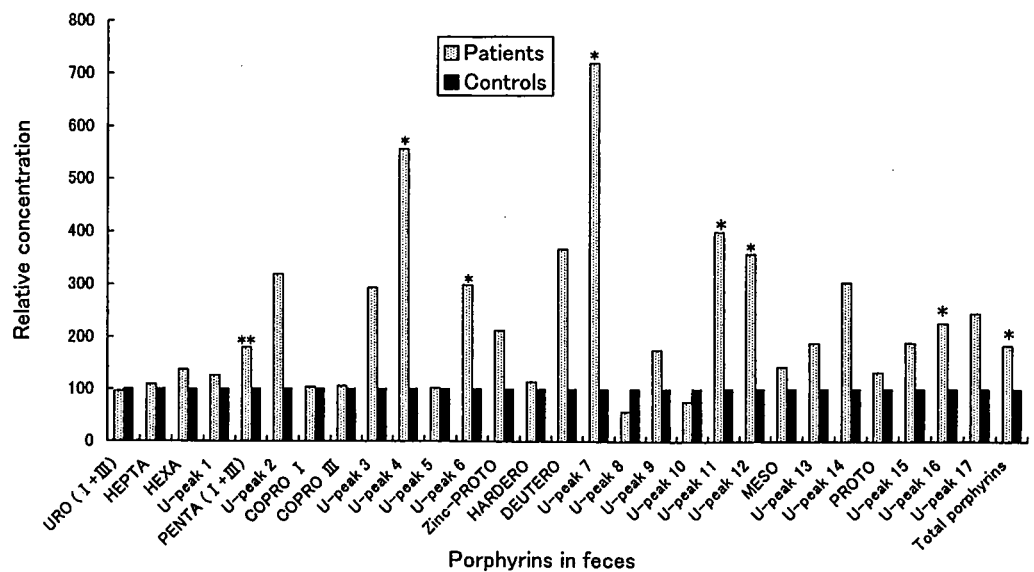


図 2 Comparison of the average fecal porphyrin concentrations between the patients and controls. The average values for the controls were fixed at 100 (units), and then the corresponding relative values for the patients were calculated. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ as compared with the controls.

3) 非ヒ素曝露地域の生活習慣および生活環境試料中の微量元素に関する検討:

表 4 に調査対象地域住民の男女別及び年齢別に分けた身体的特徴と摂取栄養素量を示した。表より、0~9 歳

表4 中国貴陽市郊外高峰村住民の身体的特徴及び摂取栄養素量

1 男女別

	人数	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	BMI
全体	30	16.89 ± 15.5	123.8 ± 25.2	29.3 ± 18.0	17.95 ± 2.94
男	12	13.69 ± 11.2	124.2 ± 30.3	28.7 ± 18.5	17.86 ± 18.46
女	18	19.03 ± 17.8	123.6 ± 22.4	29.8 ± 14.7	18.01 ± 3.192

	人数	熱量(kcal)	蛋白質(g)	脂肪(g)	食物繊維(g)	脱水化物(g)	灰分(g)
全体	30	1080 ± 600	31.56 ± 18.5	20.2 ± 18.3	8.406 ± 7.885	187.01 ± 111.9	5.462 ± 4.03
男	12	1271 ± 838	33.79 ± 19.2	18.1 ± 10.9	8.745 ± 7.827	225.34 ± 156.7	6.462 ± 5.15
女	18	953.5 ± 344	30.07 ± 18.4	21.7 ± 22.1	8.18 ± 8.141	161.45 ± 61.33	4.794 ± 3.05

	人数	ビタミンA(μg)	加パン(μg)	レチノール(μg)	ビタミンB1(mg)	ビタミンB2(mg)	ニコチン酸(mg)	ビタミンC(mg)	ビタミン総E(mg)	αE(mg)	βE+γE(mg)	δE(mg)
全体	30	33.41 ± 50.4	745.8 ± 787	147 ± 132	0.495 ± 0.319	0.4451 ± 0.308	11.87 ± 9.22	117.7 ± 159	10.6 ± 10.2	1.73 ± 1.52	6.133 ± 7.01	2.21 ± 2.47
男	12	36.36 ± 32.8	997.6 ± 1082	198 ± 172	0.575 ± 0.426	0.5575 ± 0.401	13.91 ± 10.6	166.5 ± 221	10.4 ± 10.1	2.12 ± 1.89	5.719 ± 6.48	2.04 ± 2.20
女	18	31.44 ± 80.2	577.9 ± 502	114 ± 87.5	0.442 ± 0.219	0.3702 ± 0.203	10.52 ± 8.2	85.1 ± 94.2	10.6 ± 10.5	1.48 ± 1.21	6.41 ± 7.51	2.33 ± 2.69

	人数	カリウム(mg)	ナトリウム(mg)	カルシウム(mg)	マグネシウム(mg)	鉄(mg)	マンガン(mg)	亜鉛(mg)	銅(mg)	セレン(mg)	
全体	30	1392 ± 1213	184.4 ± 179	229 ± 188	218.2 ± 152.5	14.146 ± 8.985	4.792 ± 2.89	7.327 ± 4.29	1.18 ± 0.78	553 ± 313	10.97 ± 6.90
男	12	1627 ± 1586	237.2 ± 240	282 ± 230	230.5 ± 190.7	16.894 ± 11.21	5.588 ± 3.79	8.575 ± 5.48	1.28 ± 0.91	627 ± 367	12.97 ± 7.41
女	18	1236 ± 928	149.3 ± 120	193 ± 147	196.6 ± 122.2	12.314 ± 6.894	4.262 ± 2.06	6.495 ± 3.18	1.12 ± 0.71	503 ± 270	9.64 ± 6.40

2 年齢別

	人数	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	BMI
0~9歳	14	5.45 ± 2.49	99.85 ± 11.4	14.9 ± 4.06	15.47 ± 0.932
10~19歳	5	11.9 ± 1.95	126.6 ± 6.19	27.3 ± 3.45	16.97 ± 0.761
20~29歳	6	26.33 ± 1.21	152.1 ± 6.5	49.6 ± 3.56	21.48 ± 1.746
30歳以上	5	42.6 ± 16.3	149.4 ± 7.51	47.3 ± 5.37	21.14 ± 0.952

	人数	熱量(kcal)	蛋白質(g)	脂肪(g)	食物繊維(g)	脱水化物(g)	灰分(g)
0~9歳	14	805.2 ± 451	26.51 ± 21.9	19.6 ± 19.0	8.229 ± 9.761	130.02 ± 71.81	5.037 ± 4.11
10~19歳	5	1156 ± 310	35.08 ± 11.2	18.9 ± 6.42	7.369 ± 5.296	209.89 ± 65.46	6.055 ± 3.13
20~29歳	6	1596 ± 937	40.86 ± 19.1	12.7 ± 11.5	11.46 ± 8.157	299.85 ± 169.2	7.538 ± 5.83
30歳以上	5	1157 ± 285	31.01 ± 10.3	32.5 ± 27.9	6.268 ± 2.948	188.27 ± 53.4	4.149 ± 1.29

	人数	ビタミンA(μg)	加パン(μg)	レチノール(μg)	ビタミンB1(mg)	ビタミンB2(mg)	ニコチン酸(mg)	ビタミンC(mg)	ビタミン総E(mg)	αE(mg)	βE+γE(mg)	δE(mg)
0~9歳	14	30.61 ± 36.1	633.2 ± 679	136 ± 112	0.40 ± 0.30	0.3856 ± 0.264	10.28 ± 10.5	108.3 ± 137	11.6 ± 12.6	1.49 ± 1.36	7.159 ± 8.89	2.66 ± 3.13
10~19歳	5	38.21 ± 51.9	760.4 ± 667	165 ± 113	0.504 ± 0.319	0.4265 ± 0.261	11.55 ± 6.87	109.4 ± 141	9.9 ± 7.05	1.87 ± 1.22	5.38 ± 4.78	2.05 ± 1.66
20~29歳	6	7.12 ± 9.75	1145 ± 1311	198 ± 226	0.738 ± 0.393	0.6402 ± 0.488	14.65 ± 11.5	202.3 ± 259	12.5 ± 10.4	2.11 ± 2.3	6.943 ± 6.7	2.33 ± 2.31
30歳以上	5	67.98 ± 93.7	587.6 ± 276	103 ± 43.8	0.462 ± 0.482	0.3964 ± 0.117	13.35 ± 5.01	50.84 ± 45.9	6.07 ± 3.4	1.81 ± 1.48	3.044 ± 1.88	0.97 ± 0.82

	人数	カリウム(mg)	ナトリウム(mg)	カルシウム(mg)	マグネシウム(mg)	鉄(mg)	マンガン(mg)	亜鉛(mg)	銅(mg)	セレン(mg)	
0~9歳	14	1354 ± 1218	182.2 ± 161	223 ± 172	190.2 ± 165.3	10.99 ± 8.76	3.858 ± 3.01	5.714 ± 4.18	1.02 ± 0.89	464 ± 339	7.90 ± 5.42
10~19歳	5	1184 ± 1012	201.1 ± 144	255 ± 140	216.0 ± 107.4	16.32 ± 6.32	5.191 ± 2.08	8.222 ± 3.04	1.26 ± 0.50	588 ± 192	12.9 ± 6.47
20~29歳	6	2005 ± 1750	237.2 ± 298	315 ± 288	305.3 ± 199.6	17.03 ± 11.79	6.726 ± 3.81	9.511 ± 5.96	1.72 ± 0.83	727 ± 403	13.46 ± 7.21
30歳以上	5	972 ± 394	166.6 ± 101	116 ± 50.2	194.1 ± 61.24	17.36 ± 7.46	4.536 ± 0.79	8.328 ± 2.12	0.91 ± 0.36	557 ± 146	14.65 ± 8.86

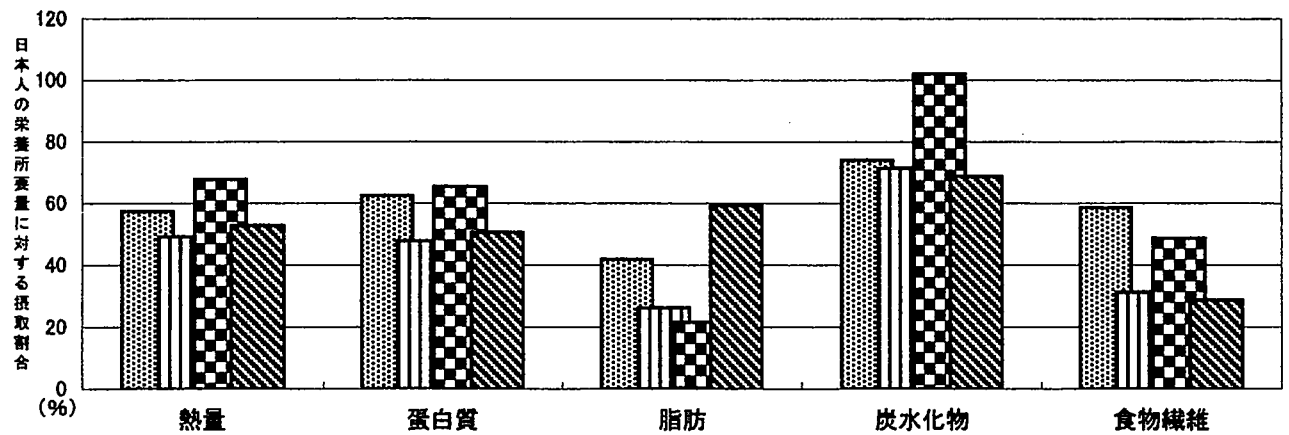
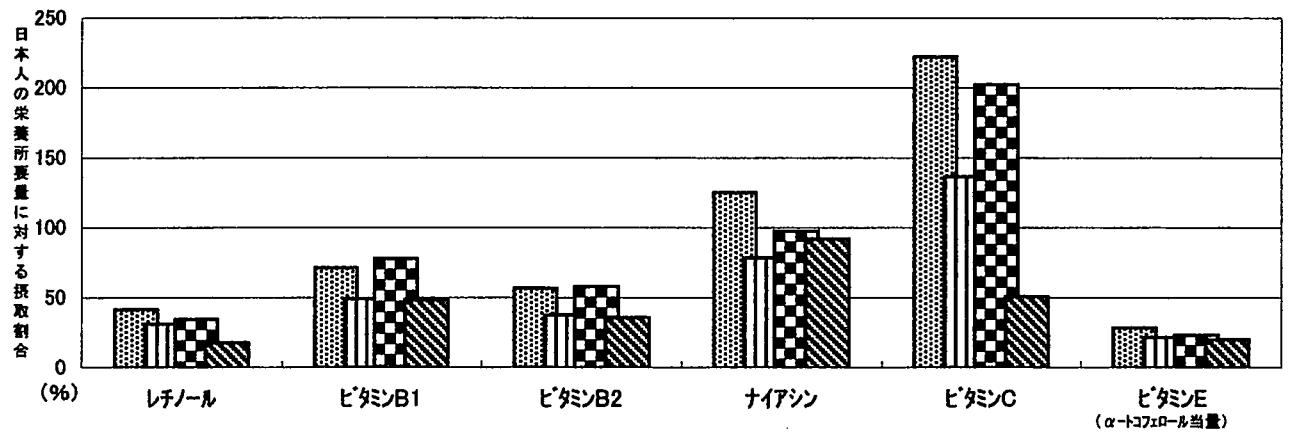
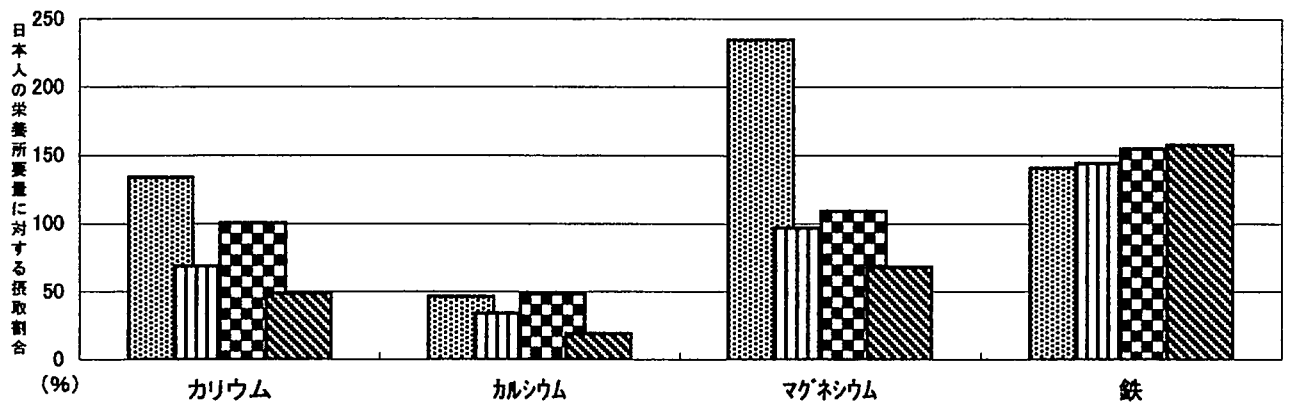
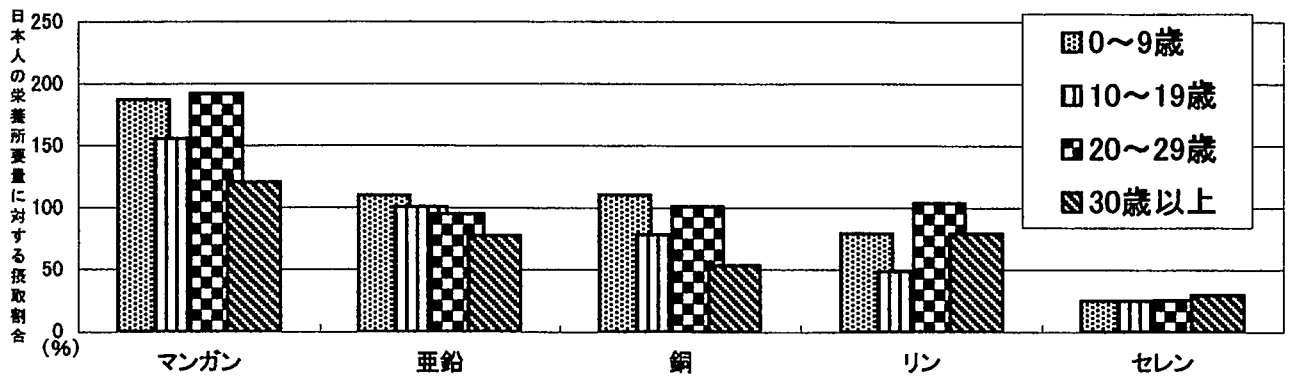


図3 調査地区の栄養素等の摂取状況

までは男女ともに日本人の身長と体重の平均値はほぼ同じであったが、10歳以降から低身長、低体重が認められた。特に第2次成長期である10~19歳にその影響が著しかった。図3は摂取栄養素状況を日本人の栄養所要量と比較した。図より、殆どの栄養素において、著明な変動が見られ、特にセレン、カルシウム、レチノール、ビタミンEはすべての世代で日本人の栄養所要量の50%以下であった。また、10~19歳の各栄養素の摂取量が他世代に比べて低下していた。一方、マンガン、鉄は日本人に比べて摂取量が1.5~2倍多かった。

表5は現地で採取した石炭、馬糞、豚肉、灰および野菜中の微量元素を示した。豚肉および野菜については比較として日本の食品成分表に記載されている豚肉及びホウレンソウをあげた。表より、石炭中のヒ素濃度は少なく、Al, Feが比較的多く、一般的に用いられている石炭と同じであった。馬糞については比較するデータがないが石炭と同じ傾向であった。豚肉ではMg, Mn, Baが日本と比較して少なく、Ni, Cu, Mo, Snが多く含有していた。野菜ではMg, Mn, Cu, Mo, As, Sr, Baの含有量が著明に高値であった。

考 察 :

石炭燃焼型のヒ素中毒では、住民が排煙設備の備わっていない簡易型のかまどを使用し、

ヒ素含有量の高い石炭を燃焼させ、炊飯、暖房、調理した結果、室内の空気や食物が汚染され、消化器や呼吸器が障害される慢性の中毒であるが、現在ではヒ素含有量の高い鉱山が閉鎖され、炉、かまどの改良などの予防措置が初歩的にはあるが実現されているという。しかし、対照群の尿中ヒ素濃度が10年前に調査された文献値 $70 \mu\text{g/L}^{6)}$ とほぼ同じ結果であったのに反して、患者群のヒ素濃度は $400 \mu\text{g/L}^{6)}$ に対して、今回は163.6と約40%に減少しているが、それでもなお患者群で有意に高値であり、ヒ素汚染の早急な改善策が期待される。また、他の微量元素との関係では、対照群に比し患者群ではCu, Ga, Snの濃度が有意に高い結果を得たが、これはおそらく、石炭の燃焼産物としてヒ素とともに摂取され、尿中排泄が増加するものと思われるが、ヒ素濃度との間に有意な相関関係は見出されなかった。同時にSr, Cr, Ti, Rbが患者群で有意に低下し、Al, Ba, Mn, Ni, Seの各元素濃度は検出限界以下であったが、ヒ素濃度との間に有意な関係は見られなかった。Seは体内でHg, Ca, Pb, Snなどの有害元素との毒性を抑制すると同時にSe自身のもつ毒性も緩和されるという相互作用を持つことが広く知られているが、患者群の尿中排泄が減少していることは重要である。現在ヒ素中毒の有効な治療法はなく、これまでに体内にヒ素が侵入した場合のヒ素の除去薬としてBAL (2, 3-dimercapto-1-propanol) が利用されているが、我々が行った動物実験ではBAL投与によって肝ポルフィリン・ヘム代謝に著明な影響を与えることがわかっている(未発表)。そこで、我々はマウスを用いた急性および亜急性ヒ素中毒モデルを作成し、これにSe欠乏食を与えた場合と過剰投与した場合の多元素動態を現在追及しているところであり、今後の結果に期待したい。

一方、生体重要色素であるヘムの合成およびその代謝には多くの薬物、金属などの化学物質の影響を受けることがわかっており、ヒ素においてもポルフィリン・ヘム代謝が鋭敏に影響を受けることが動物実験⁷⁻¹⁰⁾および日本国内のヒ素曝露歴のあるヒト¹¹⁾で証明されているが、それによると、ヒ素中毒には動物種差、曝露方法の違い、性差、マウスでは系統による違いなどがあることがわかっている。今回の研究においても尿中のポルフィリン代謝産物の排泄異常があり、生体影響の指標として有用であることがわかった。また、糞便中の

表5. 各種生活環境試料中の微量元素濃度 ($\mu\text{g/g}$)

	石炭	馬糞	日本の豚肉 ^{a)}		灰	野菜	日本の
			豚肉 ^{a)}	ホウレンソウ ^{a)}			
Li	350.7	21.4	0.93	0	0.12	0.15	0
Be	8.51	0.45	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Mg	2487.7	2209.6	459.1	0.29	2211.4	8136.4	0.87
Al	9380.3	2955.5	12.48	3.2	12.54	13.65	9.7
Sc	18.56	1.58	0.77	0	0.80	0.21	0
Ti	6.69	14.52	1.79	0.25	1.22	1.20	0.58
V	61.02	12.11	0.58	0	0.16	0.19	0
Cr	35.46	6.77	0.58	0.41	0.36	0.34	0.11
Mn	60.61	301.04	9.53	0.24	48.80	54.31	2.5
Fe	9518.9	6956.2	127.4	18	89.9	180.4	37
Ni	33.03	6.44	0.37	0.49	0.45	2.34	0
Cu	39.35	12.62	2.19	3.6	8.20	10.80	0.98
Zn	12.21	75.44	65.82	38	19.59	40.74	7.3
Ga	13.54	2.26	0.31	0	0.06	0.06	0
Ge	3.65	0.91	0.36	0	0.05	0.06	0
Mo	0.42	2.59	0.04	0.2	1.63	8.62	0.08
As	7.88	5.99	0.88	0.4	0.26	0.83	0.05
Se	12.89	3.46	1.59	0.4	0.29	0.80	0
Rb	7.65	38.30	12.42		20.14	23.05	
Sr	60.64	20.76	2.04	0.28	3.18	62.64	0.29
Ag	0.32	0.05	0.00		0.00	0.01	
Cd	0.299	0.899	0.095	0.000	0.350	0.076	0
In	0.58	0.41	0.38		0.38	0.38	
Sn	1.27	0.78	0.59	1.6	0.44	0.46	0
Sb	0.186	0.250	0.119	0.000	0.231	0.907	0.400
Cs	2.49	0.99	0.09		0.11	0.07	
Ba	8.65	17.70	0.71	0.06	2.27	5.98	0.01
Ce	74.52	19.35	0.61		0.30	0.59	
Pb	35.55	12.02	1.78	0	0.89	1.56	0
Bi	2.11	0.44	0.25	0	0.19	0.19	0
U	7.23	0.89	0.04		0.00	0.03	

*):日本食品成分表に記載されている数値。(July, 2001.貴陽市郊外にて採取)

ポルフィリン排泄の異常については、ヒ素中毒によって腸内細菌に変化が生じ、各種ポルフィリンが過剰生産されたものと推測され、ヒ素中毒による皮膚がんや消化器がんの発生と何らかの因果関係があることが推測される。

以上の結果は、生体に取り込まれたヒ素はポルフィリン代謝の主要臓器である肝臓や骨髄、さらに腸内細菌叢や体内の微量元素の代謝に何らかの影響を及ぼしている事がわかったが、ヒ素と他金属との相互影響を追及するには、これまでの多くのデータを詳細に検討すると必要がある。現在、我々は急性、亜急性ヒ素中毒並びにセレン欠乏・過剰との組み合わせなどの動物実験を行っており、ヒ素と他金属の相互影響を追及することによって、ヒ素の生体影響および治療への応用が可能となるよう検討しており、ヒ素中毒の早期診断法の確立を含め、本研究課題を遂行するための基礎・臨床を含めた総合的・科学的アプローチが行われている。

さらに、ヒ素の健康影響解明として栄養・食生活など公衆栄養上の問題は極めて重要であることから、今回、ヒ素中毒患者の多発地帯である興仁地区などの慢性ヒ素中毒発生地（興仁県、興義市、安龍県、開陽県、織金県など）の食生活を中心とした生活習慣調査を企画したが、外国人の立入は今回は禁止ということで、急遽場所を変更し、貴陽市内から車で約5時間の友里県高峰村¹²⁾を調査対象とした。ここでは、湧水による慢性フッ素中毒に加え、生活燃料は石炭が中心であり、1995年に簡単な栄養及び健康調査が行なわれているが、その後は行われていない。そこで今回の調査では表4、5および図3に示した様に、栄養上の多くの問題を抱えていることが明白となった。今後、個別的に毛髪中の元素(未測定)濃度変動を含めて摂取栄養素との関係を追及することが重要であり、それによって各種体内元素の挙動を環境・栄養学的に追及し、これまでに未知の分野であった微量元素の栄養学的、生化学的基礎資料作成に十分貢献できることを期待している。

参考文献：

- 1) 郭新彪：中国におけるヒ素中毒の現状および今後の対策。日中医学 15：2-21 (2001)。
- 2) Finkelman RB et al.：Health impact of domestic coal use in China. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 96:3427-3431 (1999)。
- 3) Xie Y, Kondo M et al.：Urinary porphyrins in patients with endemic chronic arsenic poisoning caused by burning coal in China. Env. Health. Prev. Med. 5(4):180-185 (2001)。
- 4) Xie Y, Kondo M et al.：Element concentrations in urine of patients suffering from chronic arsenic poisoning. Tohoku J. Exp. Med. 193:229-235 (2001)。
- 5) 近藤雅雄：ポルフィリン、ポルフィリン前駆体の測定法、特集ポルフィリン症、日本臨牀社 (1995)。
- 6) Zhou YS et al.：Investigation of chronic arsenic poisoning caused by high arsenical coal pollution. Chinese J. Prev. Med (in Chinese). 27:147-150 (1993)。
- 7) Kondo M, Ichikawa I：Different acute effects of oral and intratracheal of disodium arsenate and gallium arsenide on heme synthesis in rats. Appl. Organomet. Chem. 8:215-221 (1994)。
- 8) Kondo M et al.：Acute effects of orally administered gallium arsenide, gallium nitrate and disodium arsenate on the heme synthesis in male and female mice. Appl. Organomet. Chem. 10:689-696 (1996)。
- 9) Kondo M et al.：Changes in porphyrin metabolism in the liver, kidney and spleen following a single oral dose of an inorganic arsenic compound in mice. Porphyrins 7:452-457 (1998)。
- 10) Kondo M, Ichikawa I：Acute effects of orally administered sodium arsenate on heme biosynthetic enzymes in the tissues of mice of three strains. Appl. Organomet. Chem. 13:1-6 (1996)。
- 11) 近藤雅雄他：慢性ヒ素被曝経験者のポルフィリン代謝異常、ポルフィリン 7：51-57 (1998)。
- 12) 近藤雅雄：貴州省におけるヒ素中毒の発症機序解明と健康リスク評価およびその手法の開発などに関する日中共同研究。日中医学 16：34 (2001)。

作成日：2002年3月15日

資料：栄養調査表（食事摂取量状況）

イニシャル（ ） 性別（男・女） 年齢（ ） 身長（ ） 体重（ kg）

調 食 物	調 査 項 目		食 事 記 録				
	食 物 種 類	目	早(朝)	中(昼)	晚(夜)	両(g)	
主 食	(1) 大米	(3) 包米 (4) 面包					
	(5) 饅頭	(7) 小米粥					
	(8) 大米粥	(9) 地瓜 (10) 小米					
	(11) 油条	(12) 其他					
	肉 類	(1) 猪肉	(2) 牛肉 (3) 鳥肉 (4) 羊肉				
		(5) 狗肉	(6) 蛇肉 (7) 鴨肉 (8) 鷓鴣肉				
		(9) 馬肉	(10) 其他				
		(1) 雞蛋	(2) 鴨蛋 (3) 鷓鴣蛋 (4) 其他				
	水 產	(1) 鯉魚	(2) 帶魚 (3) 蝦 (4) 蝦米				
		(5) 貝	(6) 其他				
	豆 類	(1) 大豆	(2) 豆腐 (3) 油豆腐 (4) 豆漿				
(5) 干豆腐		(6) 其他					
乳 類	(1) 牛乳	(2) 羊乳 (3) 乳粉 (4) 其他					
	(5) 白菜	(6) 土豆 (3) 大根 (4) 蕓菜					
菜 類	(5) 青椒	(6) 大蒜 (7) 黃瓜 (8) 豆角					
	(9) 茄子	(10) 菠菜 (11) 芹菜					
	(12) 大頭菜	(13) 西紅柿 (14) 胡羅卜					
	(15) 玉蔥	(16) 海藻 (17) 其他					
	(1) 豆油	(2) 猪油 (3) 菜油 (4) 其他					
油 類	(1) 平菓	(2) 梨 (3) 桔子 (4) 香蕉					
	(5) 菠蘿	(6) 櫻桃 (7) 西瓜 (8) 花生					
	(9) 香瓜	(10) 其他					
	(1) 茶	(2) 咖啡 (3) 桔水 (4) 汽水					
飲 料	(5) 其他						
	(1) 砂糖	(2) 果糖 (3) 紅糖 (4) 其他					
糖 類	(1) 中国酒	(2) 外国酒 (3) 果酒					
	(4) 啤酒	(5) 米酒 (6) 其他					

姓名 () 性別 (男 · 女) 年齡 () 身長 (cm) 體重 (kg)

1. 身體表面・病狀態調查表

體 型	<input type="checkbox"/> 浮腫 <input type="checkbox"/> 低體重 <input type="checkbox"/> 腹部過肥 <input type="checkbox"/> 肥滿 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 其他 ()
骨 格	<input type="checkbox"/> 軟骨 <input type="checkbox"/> 松骨質 <input type="checkbox"/> 四肢變形 <input type="checkbox"/> 側彎症 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 其他 ()
皮 膚	<input type="checkbox"/> 乾燥 <input type="checkbox"/> 出血 <input type="checkbox"/> 色素沈著 <input type="checkbox"/> 色素脫失 <input type="checkbox"/> 無彈力 <input type="checkbox"/> 角化斑 <input type="checkbox"/> 肥厚 <input type="checkbox"/> 日光過敏症 <input type="checkbox"/> 爪・指變形・萎縮 <input type="checkbox"/> 癩痕 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 其他 ()
肌 肉	<input type="checkbox"/> 松弛 <input type="checkbox"/> 疼痛 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 其他 ()
口 唇	<input type="checkbox"/> 口角潰瘍 <input type="checkbox"/> 干裂 <input type="checkbox"/> 口內炎 <input type="checkbox"/> 無 其他 ()
齒 部	<input type="checkbox"/> 斑狀齒 <input type="checkbox"/> 齒銀出血 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 其他 ()
舌 頭	<input type="checkbox"/> 水腫 <input type="checkbox"/> 龜裂 <input type="checkbox"/> 過紅 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 其他 ()
顏 部	<input type="checkbox"/> 蒼白 <input type="checkbox"/> 出油 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 其他 ()
眼 部	<input type="checkbox"/> 眼球乾燥 <input type="checkbox"/> 充血 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 其他 ()
毛 發	<input type="checkbox"/> 無光澤 <input type="checkbox"/> 過細 <input type="checkbox"/> 過薄 <input type="checkbox"/> 多毛 <input type="checkbox"/> 落發 <input type="checkbox"/> 色素異常 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 其他 ()
內分泌	<input type="checkbox"/> 甲状腺腫 <input type="checkbox"/> 糖尿 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 其他 ()
神 經	<input type="checkbox"/> 精神錯亂 <input type="checkbox"/> 運動麻痺 <input type="checkbox"/> 知覺障害 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 其他 ()
循環器	<input type="checkbox"/> 高血壓 <input type="checkbox"/> 低血壓 <input type="checkbox"/> 頻脈 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 其他 ()
腹 部	<input type="checkbox"/> 腹痛 <input type="checkbox"/> 嘔吐 <input type="checkbox"/> 便秘 <input type="checkbox"/> 下痢 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 其他 ()
本人病症	<input type="checkbox"/> 心臟病 <input type="checkbox"/> 糖尿病 <input type="checkbox"/> 腎炎 <input type="checkbox"/> 肝病 <input type="checkbox"/> 肺炎 <input type="checkbox"/> 胃病 <input type="checkbox"/> 癌 () <input type="checkbox"/> 腸炎 <input type="checkbox"/> 結核 <input type="checkbox"/> 風濕 <input type="checkbox"/> 貧血 <input type="checkbox"/> 皮膚病 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 其他 ()
既往症	<input type="checkbox"/> 心臟病 <input type="checkbox"/> 糖尿病 <input type="checkbox"/> 腎炎 <input type="checkbox"/> 肝病 <input type="checkbox"/> 肺炎 <input type="checkbox"/> 胃病 <input type="checkbox"/> 癌 () <input type="checkbox"/> 腸炎 <input type="checkbox"/> 結核 <input type="checkbox"/> 風濕 <input type="checkbox"/> 貧血 <input type="checkbox"/> 皮膚病 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 其他 ()

2. 家族歷

○祖父 ☆祖母	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 高血壓	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 心臟病	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 糖尿病	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 腎炎
△姥爺 ※姥姥	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 貧血	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 肝病	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 肥滿	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 肝癌
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 肺癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 胃癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 子宮癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 乳癌
注：請把親屬的符 號添入方格內	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 食道癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 大腸癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 直腸癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 結核
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 皮膚癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 其他病	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 死亡年齡 ()	
○父 △母	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 高血壓	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 心臟病	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 糖尿病	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 腎炎
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 貧血	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 肝病	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 肥滿	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 肝癌
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 肺癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 胃癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 子宮癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 乳癌
注：請把親屬的符 號添入方格內	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 食道癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 大腸癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 直腸癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 結核
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 皮膚癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 其他病	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 死亡年齡 ()	
○兄 △姊	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 高血壓	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 心臟病	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 糖尿病	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 腎炎
☆妹 ※弟	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 貧血	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 肝病	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 肥滿	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 肝癌
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 肺癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 胃癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 子宮癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 乳癌
注：請把親屬的符 號添入方格內	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 食道癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 大腸癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 直腸癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 結核
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 皮膚癌	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 其他病	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 死亡年齡 ()	

3. 食生活環境調查表

問 題	回 答
職業	<input type="checkbox"/> 工人 <input type="checkbox"/> 農民 <input type="checkbox"/> 軍人 <input type="checkbox"/> 商人 <input type="checkbox"/> 事務 <input type="checkbox"/> 技術 <input type="checkbox"/> 學生 <input type="checkbox"/> 主婦 <input type="checkbox"/> 無業
同居人口	<input type="checkbox"/> 祖父 <input type="checkbox"/> 祖母 <input type="checkbox"/> 父 <input type="checkbox"/> 母 <input type="checkbox"/> 夫 <input type="checkbox"/> 妻 <input type="checkbox"/> 兒 <input type="checkbox"/> 兄 <input type="checkbox"/> 姊 <input type="checkbox"/> 其他 ()
有工作的	<input type="checkbox"/> 祖父 <input type="checkbox"/> 祖母 <input type="checkbox"/> 父 <input type="checkbox"/> 母 <input type="checkbox"/> 夫 <input type="checkbox"/> 妻 <input type="checkbox"/> 兒 <input type="checkbox"/> 兄 <input type="checkbox"/> 姊 <input type="checkbox"/> 其他 ()
本人職業勞働強度	<input type="checkbox"/> 重 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 輕 <input type="checkbox"/> 無
室內上下水	上水： <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無， 下水： <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 家庭總居住面積： 平方米
常用飯鍋種類	<input type="checkbox"/> 電飯鍋 <input type="checkbox"/> 鉄鍋 <input type="checkbox"/> 呂鍋 <input type="checkbox"/> 其他
常用作飯能源	<input type="checkbox"/> 煤 <input type="checkbox"/> 電 <input type="checkbox"/> 煤氣 <input type="checkbox"/> 油 <input type="checkbox"/> 木柴 <input type="checkbox"/> 植物叶 <input type="checkbox"/> 其他
常用燃料源	<input type="checkbox"/> 煤 <input type="checkbox"/> 電 <input type="checkbox"/> 煤氣 <input type="checkbox"/> 油 <input type="checkbox"/> 木柴 <input type="checkbox"/> 植物叶 <input type="checkbox"/> 其他

4. 生活習慣和健康調查表

問 題	回 答
每星期都安排食譜	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
烹 調	<input type="checkbox"/> 愛好 <input type="checkbox"/> 不愛好 <input type="checkbox"/> 生活被迫
家庭食事	<input type="checkbox"/> 講究 <input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 不講究 <input type="checkbox"/> 吃飽即可
每週烹調回数	() 回
最喜歡的味	<input type="checkbox"/> 酸 <input type="checkbox"/> 甘 <input type="checkbox"/> 辛 <input type="checkbox"/> 塩 <input type="checkbox"/> 淡 <input type="checkbox"/> 油貳 <input type="checkbox"/> 清淡
平時零食	<input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 經常 <input type="checkbox"/> 不經常 <input type="checkbox"/> 喜歡 <input type="checkbox"/> 不喜歡
睡眠時間	起床時間 () 入眠時間 ()
酒類最喜歡	<input type="checkbox"/> 高度白酒 <input type="checkbox"/> 低度酒 <input type="checkbox"/> 果酒 <input type="checkbox"/> 脾酒 一日几兩 ()
香煙最喜歡	<input type="checkbox"/> 辛煙 <input type="checkbox"/> 中度 <input type="checkbox"/> 輕度 <input type="checkbox"/> 不吸 一日几支 ()
担心發胖	<input type="checkbox"/> 担心 <input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 喜歡
過敏體質	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無