鹿児島県における飲用水の成分と循環系疾患 死亡との関係

柳橋 次雄* 脇阪 一郎* 安藤 哲夫*
泊 惇* 佐藤 祐美*

Relationship between Chemical Constituents in Drinking Water and Mortality Rates from Cerebro-Cardio-Vascular Diseases in Kagoshima Prefecture

Tsuguo YANAGIHASHI*, Ichiro WAKISAKA*, Tetsuo ANDO*,
Tsutomu TOMARI* and Masumi SATO*

Based on the death records covering a 15-year period 1971 to 1985, the standardized mortality ratios (SMRs) for selected cerebro-cardio-vascular diseases were calculated for each of 96 local community units (14 cities, 73 towns and 9 villages) in Kagoshima prefecture. These local communities characterized by the SMRs for different categories of cerebro-cardio-vascular disease were classified by the cluster analysis using the statistical package (Ward) on computer and the geographic difference in the characteristic of death rates from these diseases were explained by the ionic concentrations in local drinking water. Results obtained are as follows;

1) With a criterion of 7.5 in the cluster analysis, the 96 local communities were classified into five regional groups (Group I, II, III, IV and V), each of which could be regarded as the group of local communities with similar characteristics of SMRs for different categories of cerebro-cardio-vascular disease. A total of 33 local communities belonged to Group I, 16 to Group II, 25 to Group III, 11 to Group IV and 11 to Group V, respectively. All the local communities in Group IV were on the remote islands.

2) The values of SMRs for cerebrovascular disease in Groups I, II and III were higher than the expected level of 1 while those in Group IV and V were less than this level. For cerebral hemorrhage, the values of SMRs were higher than 2 in Group II, higher than 1 in Groups I, III and V and below 1 in Group IV. For cerebral infarction, the values of SMRs were higher than 1 in only Group III and less than 1 in the other Groups. For hypertensive disease, the values of SMRs were higher than 2 in Group V, higher than 1 in Group I, II and III, and less than 1 in Group IV. For ischemic heart disease, the values of SMRs were higher than 1 in only Group III and less than 1 in the other Groups. For other heart disease, the values of SMRs were higher than 1 in Groups I, II, III and V and less than 1 in only Group IV. Therefore, the values of SMRs for all of cerebro-cardio-vascular diseases

* 鹿児島大学医学部公衆衛生学教室

* *Department of Public Health, Faculty of Medicine, Kagoshima University*

were higher than 1 in Group III and less than 1 in Group IV.

3) On a Group basis, significant negative correlations were noted between SMRs of cerebrovascular disease and Mg, Ca, Mg + Ca or Ca/K in drinking water, between SMRs of ischemic heart disease and Mg or Mg + Ca, and between SMRs of other heart disease and Na, Mg, Ca, Cl or Mg + Ca. Similar negative correlations existed between SMRs of selected cerebro-cardio-vascular diseases and selected ionic concentrations, on a community basis for the 96 units.

4) Results of the multiple regression analyses showed that Ca and Ca-Na in drinking water were positively associated with deaths from cerebrovascular disease while Cl was negatively associated with that factor. They also showed that Na was negatively associated with deaths from cerebral hemorrhage, K was positively while Cl and Cl/K were negatively associated with deaths from cerebral infarction, Cl was negatively associated with deaths from hypertensive disease, Mg, Ca and Mg/Ca were negatively associated with deaths from ischemic heart disease, and Ca and Na were negatively associated with deaths from other heart disease, respectively.

I は じ め に

我が国の死亡原因順位の第一位は1981年以来悪性新生物になったが、脳血管疾患、心疾患及び高血圧性疾患を併せた循環系疾患の死亡割合は総死亡の約40%と最も大きな割合を占めている（国民衛生の動向、1988）。このことは、我が国では急速な人口構成の高齢化を迎えていることもあって、循環系疾患研究の重要性が未だなおざりに出来ない理由の一つでもある。

鹿児島県は首都圏から遠く、農業以外の産業に乏しいために若年労働力を求める大都市圏への流出が著しい。県内的にみても、県庁所在の鹿児島市とそれに隣接する少数の町を除けば殆どの市町村では人口の社会減によって過疎が進行している。このようなこともあって、人口構成で高齢者の占める割合も市町村によっては様々であり、そのことが脳血管疾患を初めとする循環系疾患の死亡割合の地域差として反映されているとも云えるだろう。

ところで、鹿児島県の行政区は南北約600km、東西約150kmの範囲にあり、しかも離島や山間僻地が多いことから、地勢、地質、土壌の差異によって各市町村で供給されている飲料水に含まれるイ

オン成分にも地域による特徴があるだろう。水は人間の生存にとって欠かすことのできない貴重な物質であり、長い人生において継続的に摂取する飲料水は膨大な量となるため、含有イオンが身体に与える作用も間接的であれ、直接的であれ、存在するものと考えられる。

本研究は、鹿児島県における種々の循環系疾患死亡者数を市町村単位で求め、そのSMR値を特性値として市町村のクラスター分析を行ない、各疾患の死亡パターンに類似性をもった市町村群の特徴について、飲料水の成分に関する諸因子で説明することを試みたものである。

II 分 析 方 法

鹿児島県下全96市町村のそれぞれについて循環系疾患の標準化死亡比（SMR）を算出するにあたっては、人口規模が小さい自治体が多いので、昭和46年（1971）から昭和60年（1985）までの15年間の死亡数の合計を用いた。これに対応する全国の死因別死亡率と各市町村の人口構成を用いて、間接法によって標準化死亡比を求めた。対象とする循環系疾患は、脳出血、脳梗塞、高血圧性疾患、虚血性心疾患及びその他の心疾患の5種とした。これら疾患のSMRを特性値として、Ward

法によるクラスター分析によって全96市町村の類型化を行なった。

一方、この死亡パターンを説明する因子として、各市町村の人口密集地区から1カ所ずつ公共水道水を昭和62年12月から昭和63年3月までの期間で晴天の続いた日に採取し、これに含まれる Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{++} 、 Ca^{++} 量を全自動高速イオンクロマトグラフ(東洋曹達 HLC-601)で測定し、併せて Cl^- をMohr法で測定した。水道水の採取にあたり、一自治体に一公共上水道施設が設置されたところは問題ないが、行政所管区域が広く、数カ所の水道施設を持つところや、離島の町村の中には数カ所の小島からなり、各島毎に水道が設置されているところでは、どの島の水道水を試料にするか問題となる。基本的には人口密集地区を選んだが、十島村は火山島の中の島、三島村ではやはり火山島の硫黄島の深井戸を水源とする公共簡易水道水を試料とした。

III 結 果

Fig. 1はクラスター分析の結果をデンドログラムで示したものである。群分けの距離基準を7.5としたとき、96市町村は大別して5群に分類される。これを地域図として示したものがFig. 2であり、I, II, III, IV, V群と名付けた。I群は県都鹿児島市を含む33市町村で最も大きく、7市が含まれ、離島にあるものは名瀬市、瀬戸内町、上甕村の1市、1町、1村である。II群は3市13町(16市町)で村は含まれず、離島にあるものは西之表市と屋久町の1市1町である。III群の25市町村は大隅半島に集中しており、離島にあるものは3町1村である。IV群の8町3村(11町村)は総てが薩南の離島にある。V群は8町3村(11町村)で、このうち離島に所属するのは1町4村である。各群は循環系死亡パターンに類似性を持つ市町村の集合と見ることができるので、群ごとに所属市町村のSMR値の単純平均を求め、これを群ごとの循環系死亡パターンとしてTable 1の上段に示し、下段にはそれに対応する市町村ごとの飲料水中イオン含有量を平均値で示した。

Fig. 1 Dendrogram by the Cluster Analysis for 96 Local Community Units (14 Cities, 73 Towns and 9 Villages) Characterized by SMRs for Selected Cerebro-cardio-vascular Diseases

Note : The numbers represent corresponding local communities in Fig. 1

Fig. 2 Regional Groups (Clusters I-V) Classified by the Cluster Analysis

Table 1 Patterns for the Standardized Mortality Ratios (SMRs) of Selected Cerebro-cardio-vascular diseases and for the Ionic Compositions within the Cluster

Cluster		I	II	III	IV	V	Total
Cerebro-cardio-vascular disease	Cerebrovascular disease	1.163	1.195	1.298	0.762	0.985	1.137
	Cerebral hemorrhage	1.339	2.023	1.692	0.940	1.116	1.474
	Cerebral infarction	0.818	0.706	1.078	0.385	0.569	0.789
	Hypertensive disease	1.408	1.917	1.276	0.738	2.668	1.526
	Ischemic heart disease	0.809	0.899	1.115	0.429	0.708	0.849
	Other heart disease	1.085	1.155	1.095	0.881	1.015	1.068
(mEq/L) Ionic composition	Na	0.524	0.366	0.446	0.982	0.477	0.524
	K	0.083	0.049	0.056	0.046	0.053	0.063
	Mg	0.171	0.136	0.140	0.252	0.182	0.168
	Ca	0.279	0.261	0.291	1.039	0.395	0.380
	Cl	0.612	0.440	0.524	1.279	0.576	0.633
	Ca-Na	-0.244	-0.105	-0.155	0.057	-0.082	-0.145
	Mg+Ca	0.550	0.397	0.431	1.291	0.577	0.547
	Na/K	8.877	18.467	10.145	30.898	33.803	16.185
	Ca/K	4.461	11.960	7.221	34.284	14.924	11.046
	Mg/Ca	0.633	0.524	0.569	0.512	0.648	0.586

Table 2 Correlation Coefficients between SMRs for Selected Cerebro-cardio-vascular Diseases and Indices for Ionic Composition in Drinking Water

Type of Crerebro-cardio-vascular diseases		Ionic composition									
		Na	K	Mg	Ca	Cl	Ca-Na	Mg+Ca	Na/K	Ca/K	Mg/Ca
Cluster basis (n=5)	Cerebrovascular disease	-0.835	0.392	-0.954*	-0.903*	-0.870	-0.823	-0.911*	-0.825	-0.913*	0.205
	Cerebral hemorrhage	-0.726	-0.027	-0.877	-0.704	-0.739	-0.453	-0.761	-0.601	-0.599	-0.268
	Cerebral infarction	-0.647	0.428	-0.803	-0.751	-0.692	-0.784	-0.753	-0.857	-0.836	0.224
	Hypertensive disease	-0.699	-0.046	-0.434	-0.560	-0.649	-0.220	-0.580	0.303	-0.383	0.593
	Ischemic heart disease	-0.811	0.240	-0.934*	-0.846	-0.838	-0.718	-0.880*	-0.743	-0.844	0.165
	Other heart disease	-0.912*	0.327	-0.971**	-0.938*	-0.932*	-0.764	-0.947*	-0.684	-0.873	0.175
Community basis (n=96)	Cerebrovascular disease	-0.418**	0.069	-0.171	-0.205*	-0.456**	0.107	-0.220*	-0.203*	-0.209*	-0.045
	Cerebral hemorrhage	-0.360**	-0.140	-0.258**	-0.233*	-0.343**	0.028	-0.263**	-0.009	-0.078	-0.068
	Cerebral infarction	-0.194	0.195	-0.027	-0.144	-0.251*	-0.006	-0.135	-0.330**	-0.307**	-0.003
	Hypertensive disease	-0.166	-0.022	-0.041	-0.162	-0.198	-0.049	-0.156	-0.003	-0.136	0.126
	Ischemic heart disease	-0.320**	0.003	-0.255*	-0.303**	-0.306**	-0.083	-0.326**	-0.131	-0.237*	-0.120
	Other heart disease	-0.219*	0.020	-0.166	-0.156	-0.209*	0.000	-0.175	-0.179	-0.188	-0.022

Note: The significance of the correlation coefficient is shown by (*) or (**), $p < 0.05$ and 0.01 , respectively

循環系疾患死亡パターンについては、I群は県平均パターンと類似しており、II群は脳出血及び高血圧性疾患のSMR値が高く、脳梗塞のSMR値が低い、やはりI群と同様に県平均パターンと類似している。III群は全ての循環系疾患のSMR値が全国標準値の1を超えており、高血圧性疾患以外は県平均よりも高く、特に脳梗塞、虚血性心疾患のSMR値が高い。IV群のSMR値は総てが1未満であり、かつ県平均に比べても低い値である。V群もIV群とはほぼ同様であるが、高血圧性疾患のSMR値は県平均の1.7倍と高い。

イオン含有量について目立つのは薩南の離島の市町村からなるIV群があり、この群では Na^+ 、 Mg^{++} 、 Ca^{++} 、 Cl^- 濃度がいずれも県平均値よりも高く、一方 K^+ 濃度が低い。II群では Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{++} 、 Ca^{++} 、 Cl^- の総てが県平均値より低い。 Na^+/K^+ は離島の町村を多く含むIV群とV群において県平均の約2倍の値を示している。また、どの群についても Na^+ よりも Cl^- 濃度の方が高いが、96市町村を個別に見ると Cl^- よりも Na^+ の方が濃度が高い市町村は20あり、この中には離島部の市町村は一つも含まれていなかった。

Table 2は各水中イオン濃度或いはその差・和・比と各疾患のSMR値との相関マトリックスをかかげたものである。上段は群単位で、下段は96の市町村単位で求めた相関係数である。群単位

で見た場合には、脳血管障害死亡率と Mg^{++} 、 Ca^{++} 、 $\text{Mg}^{++}+\text{Ca}^{++}$ 及び $\text{Ca}^{++}/\text{K}^+$ との間で虚血性心疾患死亡率と Mg^{++} 或いは $\text{Mg}^{++}+\text{Ca}^{++}$ との間で、その他の心疾患の死亡率と Na^+ 、 Mg^{++} 、 Ca^{++} 、 Cl^- 及び $\text{Mg}^{++}+\text{Ca}^{++}$ との間で、いずれも有意の負相関があり、有意の正相関を示したものはなかった。

市町村単位で求めた各疾患死亡率とイオン濃度との相関を見ると、 Na^+ と脳血管障害、脳出血、虚血性心疾患、その他の心疾患との間には有意の負相関が、 Mg^{++} は脳出血及び虚血性心疾患との間で負相関があり、更に Ca^{++} は脳血管障害、脳出血及び虚血性心疾患との間で負相関、 Cl^- は脳血管障害、脳出血、脳梗塞、虚血性心疾患及びその他の心疾患と有意の負相関があり、また $\text{Ca}^{++}+\text{Mg}^{++}$ の場合は Ca^{++} の場合と同様で脳血管障害、脳出血、虚血性心疾患との間で負相関があった。その外、 Na^+/K^+ と脳血管障害及び脳梗塞との間にも有意の負相関が見られ、更にまた、 $\text{Ca}^{++}/\text{K}^+$ と脳血管障害、脳梗塞及び虚血性心疾患との間にも有意の負相関が見られた。従って、群単位、市町村単位に共通して有意相関が見られたのは、脳血管障害と Ca^{++} 、 $\text{Mg}^{++}+\text{Ca}^{++}$ 或いは $\text{Ca}^{++}/\text{K}^+$ 、虚血性心疾患と Mg^{++} 或いは $\text{Mg}^{++}+\text{Ca}^{++}$ 、その他の心疾患と Na^+ 或いは Cl^- であり、いずれも負相関である。

循環系疾患の標準化死亡比の高低を説明する飲用水中の各イオンの関連性を見るために、SAS 統計パッケージ PROC REG のステップワイズ法による重回帰分析を96市町村単位で試みた。水中イオンに関する10項目の説明変量のうち、採択基準 $P=0.15$ で、脳血管障害については、 Ca^{++} と $\text{Ca}^{++}-\text{Na}^{+}$ がプラス因子、 Cl^{-} がマイナス因子であり、その寄与率は27%であった。脳出血については、 Na^{+} がマイナス因子で寄与率は12%であった。脳梗塞については K^{+} がプラス因子、 Cl^{-} と $\text{Na}^{+}/\text{K}^{+}$ がマイナス因子であり、その寄与率は18%であった。高血圧性疾患については、 Cl^{-} がマイナス因子で寄与率は4%であった。虚血性心疾患については、 $\text{Mg}^{++}+\text{Ca}^{++}$ と $\text{Mg}^{++}/\text{Ca}^{++}$ がマイナス因子で寄与率は16%であり、その他の心疾患については Ca^{++} と $\text{Na}^{+}/\text{K}^{+}$ がマイナス因子として採用され、その寄与率は7%であった。

IV 考 察

泊ら (1988) はさきに鹿児島県における昭和43年から57年までの15年間の各種循環系疾患の SMR 値を特性値とした市町村のクラスター分析から、循環系疾患死亡率の地理分布の類型化を行ない、各種の民力指標との関連を調べたところ、脳出血の死亡率は高血圧者の割合と強く連動し、農村或いは過疎地域としての特性を持つ地域に高いことを認めた。また、虚血性心疾患及び脳梗塞の死亡率は都市部に高く、高血圧性疾患の死亡率は離島地域に高いことも併せて指摘している。今回の研究でも、各種循環系疾患の死亡パターンに共通性のある市町村をまとめると、いくつかの群に分類され、離島地域では総ての循環系疾患、特に脳梗塞、虚血性心疾患の死亡率が低く、農山村を多く含む群ではそれらの死亡率が高い特徴が見られた。泊らが用いた資料と今回の資料では3年のずれがあることと、循環系疾患の分類に違いがあるため、群分けされた市町村に食い違いが生じ、今回得られた死亡パターンは泊らの場合と違うけれども、本研究では、これら死亡率の特徴に対し、飲用水のイオン濃度との関わりについて検討し

た。

水質と或る種の疾患や平均余命との関係については、河川水中の化学物質と脳血管疾患死亡率との関係について分析した小林 (1957) の論文を初めとして数多くの報告があるが、その結果は様々である。 Ca^{++} との関連を研究したものとしては、脳血管障害の死亡率との間に負相関が見られるとする報告が日本及び諸外国において多数見られる (小林：1957, Schroeder：1974, Morris et al：1961, Comstock：1979)。本研究の場合には、 Ca^{++} 濃度と脳血管障害死亡率との間に有意の負相関が認められ、重回帰分析でも Ca^{++} はその他の心疾患死亡のマイナス因子として採用された。 Ca^{++} と寿命との間に正相関を見出したとする角南 (1987) の報告があるが、これは水中 Ca^{++} 濃度の高いことで成人病の代表でもある脳血管障害死亡などが少なくなり、寿命の延長につながったものと理解される。 Mg^{++} 濃度の場合にも角南 (1987) は寿命との間で正相関を見出しているが、本研究の場合には、 Mg^{++} と虚血性心疾患死亡率との間で有意の負相関が得られた。臨床的には本態性高血圧疾患者に Mg^{++} 投与で血圧の降下を認めた報告 (福岡ら：1987) があるが、水道水中の Mg^{++} と循環系疾患死亡率との相関を調べた報告は見当たらない。

本研究では又、 $\text{Mg}^{++}+\text{Ca}^{++}$ と虚血性心疾患死亡率との間に有意の負相関がみられた。 $\text{Mg}^{++}+\text{Ca}^{++}$ は WHO の報告書では、一応水の硬度として決定されるとしている。この硬度を規定する因子は基本的には Ca^{++} の量であり、水の硬度と心血管系疾患の死亡率とは負相関とする報告が比較的多い (Schroeder：1974, Morris et al：1961, Björck et al：1965, Neri et al：1971)。仲村ら (1988) は沖縄県における調査で、水の硬度が高ければ脳血管障害死亡率が低いという所見を得ており、我々の結果と同様である。しかし一方、これを否定した報告も幾つか見られる (Lindeman et al：1964, Elwood：1971)。

飲用水の各イオンの比やイオン量の差を指標として死亡率や寿命との関係をみた場合については、 $\text{Na}^{+}/\text{K}^{+}$ の値が大きいとき、脳卒中、高血圧性

疾患の死亡率が高く、動脈硬化性心疾患の死亡率が低いという野瀬(1976)の報告がある。しかし、寿命との関係では有意相関はなかったと角南は報告している。我々の場合は、市町村単位では脳血管障害、脳梗塞で有意の負相関がみられたが、群単位では群数が5と少ないため有意とは云えなかった。 $\text{Ca}^{++}/\text{K}^{+}$ については角南の場合、寿命との相関がなかったと述べている。我々の場合も、この比と有意の相関を見た疾患はなく、他にもこの比の意義を疾患レベルで論じた報告はないようである。 $\text{Ca}^{++}-\text{Na}^{+}$ は、この値の大小とpH値は正比例の関係にあり、その値の大きいところは中性～アルカリ性を示し、小さいところは弱酸性～強酸性を示す指標であり、野瀬は心疾患を伴う高血圧性疾患死亡率とは負相関であったことを報告し、石原(1961)は長寿村は短命村に比べて河川水中の $\text{Ca}^{++}-\text{Na}^{+}$ 値が大きいことを報告している。我々の調査では、正負を問わず相関が有意の疾患死亡はなかった。

いずれにしても、水中イオン濃度と各種疾患死亡率との関係を見た場合、調査対象地域によって相関ありとするもの、なしとするもの様々である。特に外国の調査例では、水中イオン濃度の値が、 Na^{+} であれ Ca^{++} であれ、本研究の対象とした鹿児島県のレベルに比べて極めて高い地域を含めて対比させているものが多い。その中でも有意相関の有無、相関の正負など、まちまちの結果しか得られていない。このことは、水分摂取が継続的になされていても、必ずしも疾患と結びつくものではないことを意味するのであろう。例えば、 Na^{+} が全て NaCl として存在したと仮定しても、日本では、1人1日あたり1リットルの水を飲用し、これが完全に吸収されても、全体の塩分摂取量の0.2～0.4%と少なく、これが高血圧を基礎疾患とする循環系疾患の死亡率にまで影響するとは考え難い。

しかしながら、血圧値そのものと飲用水のイオン濃度との関連については幾つかの報告が見られる。血圧値と飲用水の Na^{+} 濃度との関係では、Fatula(1967)はソ連のアレクサンドロフスク(水

中 Na^{+} 濃度は10.25mEq/L)に住む14歳以上の成人で、 Na^{+} と血圧との間に正相関を見ており、Steinbachら(1974)もルーマニアの漁村ジュリロフカ(平均水中 Na^{+} 濃度13.22mEq/L、 K^{+} 濃度0.12mEq/L、 Ca^{++} 濃度7.53mEq/L)と首都ブカレスト(平均水中 Na^{+} 濃度4.69mEq/L、 K^{+} 濃度0.02mEq/L、 Ca^{++} 濃度2.0mEq/L)に住む40～60歳の男性を対比して、前者地区に住む者の方が血圧が高いことを指摘している。また、小中学生の血圧を調査したものとしては、Tuthillら(1980, 1981)の米国マサチューセッツ(水中 Na^{+} 濃度4.697mEq/L～0.347mEq/L)での調査、Hofmanら(1980)のオランダ(Na^{+} 濃度10～20mEq/L)での調査があり、いずれも Na^{+} と血圧値との間に正相関を認めている。これらは、水中 Na^{+} 濃度が極めて高い地域を含んでおり、飲用水由来の Na 摂取量は無視できない量になったものと考ええる。一方、Punsarら(1975)はフィンランドの東西地区(Na^{+} 濃度は東地区0.374mEq/L、西地区1.052mEq/L)間で50～69歳の男性の血圧を比較したところ差が見られなかったとしている。更に、Bierenbaumら(1975)のカンザス市(Na^{+} 濃度1.08～2mEq/L)の成人についての調査ではむしろ Na^{+} と血圧との間に負相関を認めている。Hallenbeckら(1981)のイリノイ州(Na^{+} 濃度4.654mEq/L～0.347mEq/L)の中高生を対象とした調査では Na^{+} は拡張期血圧とは正、収縮期血圧とは負の相関があるという報告もある。本研究の重回帰分析の結果でも、 Na^{+} は脳出血死亡率にとって寄与率12%のマイナス因子になっており、基礎疾患としての高血圧に影響するような濃度でないことを裏付けている。

ともあれ、本研究の対象とした鹿児島県では地域間では循環系疾患死亡内容に差が見られ、この差は飲用水のイオン濃度とある程度関連していることが認められた。しかしながら、寄与率が小さいことから他の環境要因などにも説明可能な事由を求めらるべきであろう。

V 結 び

昭和46年から60年までの15年間の死亡統計から、鹿児島県下96市町村のそれぞれについて、種々の循環系疾患のSMRを求め、それを特性値として市町村のクラスター分析を行なった。各クラスターの特徴を飲料水のイオン濃度との関係で説明を試みた。結果は以下の如くである。

1) クラスター分析の群分け基準を7.5としたとき、96市町村は大別して5群(I~V)に分類された。それぞれの群は、循環系疾患死亡パターンが類似した市町村の集合と見ることが出来る。I群は33市町村、II群は16、III群は25、IV群は11、V群が11町村であり、IV群の町村はすべて離島にある。

2) 脳血管障害のSMRはI、II、III群では1以上、IV、V群では1より低い。脳出血のSMRはII群では2以上、I、III、V群では1以上、IV群では1より低い。高血圧性疾患では、V群のSMRは2以上、I、II、III群では1以上、IV群では1未満であった。虚血性心疾患のSMRはIII群のみ1以上で他の群では1より低く、その他の心疾患のSMRはIV群のみ1未満で、他の4群では1以上であった。したがって、III群のSMR値はすべて1以上、IV群ではすべて1未満である。

3) 群単位では、脳血管障害死亡率は飲料水中 Mg^{++} 、 Ca^{++} 、 $Mg^{++}+Ca^{++}$ 、 Ca^{++}/K^{+} と負相関、虚血性心疾患死亡率は Mg^{++} 、 $Mg^{++}+Ca^{++}$ と負相関、その他の心疾患は Na^{+} 、 Mg^{++} 、 Ca^{++} 、 Cl^{-} 、 $Mg^{++}+Ca^{++}$ と負相関を示した。市町村単位では相関が有意となった疾患死亡率とイオン濃度の組み合わせは多いが、群単位の場合と重複したのは、脳血管障害と Ca^{++} 、 $Mg^{++}+Ca^{++}$ 、 Ca^{++}/K^{+} 、虚血性心疾患と Mg^{++} 、 $Mg^{++}+Ca^{++}$ 、その他の心疾患と Na^{+} 、 Cl^{-} であった。

4) 重回帰分析を行なったところ、脳血管障害については Ca^{++} と $Ca^{++}-Na^{+}$ がプラス因子、 Cl^{-} がマイナス因子であった。脳出血では Na^{+} がマイナス因子であり、脳梗塞では K^{+} がプラス因子、 Cl^{-} と Na^{+}/K^{+} がマイナス因子であった。高血圧性疾

患では Cl^{-} が、虚血性心疾患では $Mg^{++}+Ca^{++}$ と Mg^{++}/Ca^{++} が、その他の心疾患では Ca^{++} と Na^{+}/K^{+} がそれぞれマイナス因子として採用された。

なお、本論文の投稿に際し、公益信託児玉記念基礎医学研究助成基金の助成を受けた。

文 献

- Bierenbaum, M.L., et al. (1975): Possible toxic water factors in coronary heart-disease, *Lancet*, 1008—1010
- Björck, G., Bostrom, H. & Windstkrom, A. (1965): On the relationship between water hardness and death rate in cardiovascular disease, *Acta Med. Scand.*, 178, 239—252
- Comstock, G.W. (1979): Reviews and commentary, Water hardness and cardiovascular diseases, *Am. J. Epidemiol.*, 110, 315—400
- Elwood, P.C., et al. (1971): Cardiovascular surveys in areas with different water supplies, *Br. Med. J.*, 362—363
- Fatula, M.I. (1967): Incidence of arterial hypertension among persons having consumed water with an elevated sodium chloride level, *Sov. Med.*, 30, 134—136
- 福岡 恒, 他 (1987): マグネシウムの降圧効果に関する研究, *日内会誌*, 76, 283
- Hallenbeck, W.H., Brennuman, G.R. & Anderson, R. J. (1981): High sodium in drinking water and its effect on blood pressure, *Am. J. Epidemiol.*, 114, 817—826
- Hofman, A., Valkenburg, H.A. & Vaandrager, G.J. (1980): Increased blood pressure in school children related to high sodium levels in drinking water, *J. Epidemiol. Comm. Health*, 34, 179—181
- 石原房雄 (1961): いわゆる長寿村と短命村の土壌並びに河川水質の比較, *日本衛生誌*, 16, 142—149
- Kobayashi, J. (1957): On geographical relationship between the chemical nature of river water and death-rate from apoplexy, (Preliminary report), *Berichte Ohara Inst. Landw. Forsch.*, 11, 12—21
- 国民衛生の動向 (1988): 厚生省の指標, 昭和63年度, 厚生統計協会, 東京
- Lindeman, R.D. & Assenzo, J.R. (1964): Correlation between water hardness and cardiovascular deaths in Oklahoma counties, *Am. J. Public Health*, 54, 1071—1077
- Morris, J.N., Crawford, M.D. & Heady, J.A. (1961):

- Preliminary communication, hardness of local water supplies and mortality from cardiovascular disease in the county boroughs of England and Wales, *Lancet*, I, 860—862
- 仲村 薫, 他 (1988): 沖縄県における飲料水の硬度およびケイ酸と脳血管疾患死亡率との関係, *民族衛生*, 54, 92—98
- Neri, L.C., Hewitte, D. & Mandel, J.S. (1971): Risk of sudden death in soft water areas, *Am. J. Epidemiol.*, 94, 101—104
- 野瀬善勝 (1976): 飲料水の硬度をめぐって—虚血性心疾患と高血圧性疾患の土地集積性の差異—, *保健の科学*, 18, 265—273
- Punsar, S., et al. (1975): Coronary heart disease and drinking water, a search in two Finish male cohorts for epidemiologic evidence of a water factor, *J. Chron. Dis.*, 28, 259—287
- Schroeder, H.A. & Kraemer, L.A. (1974): Cardiovascular mortality, municipal water, and corrosion, *Arch. Environ. Health*, 28, 303—311
- Steinbach, M., et al. (1974): On the ecology of arterial hypertension, *Rev. Roum. Med.*, 12, 3—6
- 角南重夫 (1987): 最近における我が国の平均余命の都道府県各差と河川の水質との関係, *民族衛生*, 53, 68—73
- 泊 惇, 他 (1988): 鹿児島県における循環系疾患の標準化死亡比の地域分布, *日本公衛誌*, 35, 159—165
- Tuthill, R.W., et al. (1980): The influence of naturally and artificially elevated levels of sodium in drinking water on blood pressure in school children, *J. Environ. Path. Toxicol.*, 4, 173—181
- Tuthill, R. & Calabrese, E.J. (1981): Drinking water sodium and blood pressure in children: A second look, *Am. J. Public. Health*, 71, 722—729
(受稿 1989. 7. 5)
-