

# 循環系疾患の死亡率と水質成分の相関について

金城喜栄・山城興博・上原 隆・大城善昇・吉田朝啓

## Relation between Mortality from Cardiovascular Disease and Minerals in Drinkingwater

Kiei KINJO, Okihiro YAMASHIRO, Takashi UEHARA,  
Zensho OSHIRO and Chokei YOSHIDA

### I はじめに

地方衛生研究所全国協議会は昭和55、56年度の2カ年にわたって「健康と飲料水中の無機成分に関する研究」を全国53地研の参加のもとに実施した。当公害衛生研究所も石川市、読谷村について調査し、報告した。同テーマについては、全体的規模の調査研究は皆無に等しく、その必要性を痛感したので引続き昭和57、58年度に県内市町村の「循環系疾患と水質成分の相関について」調査を実施し、いくつかの知見を得たので報告する。

### II 調査方法

#### 1 調査期間

昭和57年—昭和58年

#### 2 死亡率の計算

心疾患（B 26、B 28、B 29：50項目死因分類表（B表）の簡単分類番号（表1））、虚血性心疾患（B 28）、高血圧性疾患（B 27）、脳血管疾患（B 30）について、昭和53年の全国人口及び死亡率を基準にして、昭和48年—53年までの県内市町村の人口10万人当りの粗死亡率、訂正死亡率、標準死亡比を間接法で計算した（資料は県衛生統計年報）。<sup>2)</sup>

#### 3 水質試験

各市町村を代表する水道水の無機成分について19項目を分析した。

4 上記4疾患の死亡率と水質成分の関連について考察し、同時に回帰モデルを作成して、水質成分から死亡率の予測を試みた。

### III 調査結果及び考察

#### 1 水質試験の結果及びその特性についての詳細

表1 死因簡単分類表(新)と50項目死因分類表(B表)(旧)

第9回修正(新)		第8回修正(旧)
簡単分類番号	死 因	簡単分類(B分類)番号
46	慢性リウマチ性心疾患	B 26
48-49	高血圧性疾患	B 27
48	高血圧性心疾患	B 27 a
49	その他の高血圧性疾患	B 27 b
51-52	虚血性心疾患	B 28
51	急性心筋梗塞	B 28 (410) (411-414)
52	その他の虚血性心疾患	
54-56	肺循環疾患及びその他の型の心疾患	B 29
54	心内膜の慢性疾患	B 29 a
55	心不全	B 29 b
56	その他の心疾患	B 29 c
58-60	脳血管疾患	B 30
58	脳出血	B 30 a
59	脳梗塞	B 30 b
60	その他の脳血管疾患	B 30 c

は既に報告したが今回は考察に供した市町村とその水質の主要成分（8項目）について掲載する（表2）。

2 脳血管疾患、心疾患（虚血性心疾患も含む）は毎年5大死因の上位を占め（表3）、高血圧性疾患も10位以内に入る高い死亡率にもかかわらず訂正死亡率や標準死亡比について、公表された資料はなく、筆者らは自から当研究所のミニコンピュータを使用して定式化し、計算した。データの一部変更で他の疾患にも容易に応用出来る。計算結果は表4、表5のとおりである。

3 粗死亡率は人口構成によって大きく影響されるので以後の考察には訂正死亡率、標準死亡比（以下SMRと略称）を利用する。

4 県全体と市町村のSMRを男女別に度数分布

表2 訂正死亡率（10万人当り）と水質分析値（ppm）

		心疾患		虚血性 心疾患		高血圧 性疾患		脳血管 疾患		K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	総アル カリ度	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SiO <sub>2</sub>	人 口 昭和50年
		男	女	男	女	男	女	男	女									
1	那 覇	77.5	65.9	27.6	16.3	7.5	12.5	119.6	84.1	1.7	24.8	4.5	21.6	58.2	36.9	21.0	14.0	295,006
2	石 川	29.5	50.0	14.3	10.5	2.2	1.6	94.5	74.1	1.6	27.0	4.5	14.8	37.6	40.4	21.6	12.2	17,422
3	具志川	72.1	62.0	31.3	30.2	3.5	6.0	79.2	80.1	2.5	25.8	8.6	62.1	120.0	55.4	54.0	10.7	42,133
4	宜野湾	60.7	53.5	29.4	22.5	11.4	17.4	82.2	71.1	2.3	29.5	6.4	63.5	148.0	50.5	32.8	13.2	53,835
5	平 良	73.8	55.5	22.7	8.4	6.1	7.2	119.9	84.1	0.6	22.3	4.9	88.8	201.0	43.0	20.0	5.1	29,301
6	石 垣	35.7	45.1	15.8	17.1	6.9	4.6	139.8	103.6	1.5	23.2	6.1	9.8	43.1	45.5	11.4	19.7	34,657
7	浦 添	60.0	43.9	15.4	9.5	19.2	12.1	119.0	85.6	1.7	24.8	4.5	21.6	58.2	36.9	21.0	14.0	59,289
8	沖 縄	52.5	40.8	31.9	18.6	2.3	6.8	111.8	86.9	2.3	29.5	6.4	63.5	148.0	50.5	32.8	13.2	91,347
9	金 武	27.7	32.6	3.6	5.1	0	4.7	87.7	80.3	1.9	27.2	18.1	81.8	205.0	38.0	37.0	11.1	10,120
10	与那城	74.7	80.9	8.1	8.8	12.3	42.5	81.7	48.7	2.5	25.8	8.6	62.1	120.0	55.4	54.0	10.7	13,833
11	勝 連	76.7	84.7	12.4	5.2	10.9	13.9	106.4	63.2	2.5	25.8	8.6	62.1	120.0	55.4	54.0	10.7	12,220
12	読 谷	44.2	27.2	17.2	11.3	2.7	4.7	86.8	76.0	2.3	29.5	6.4	63.5	148.0	50.5	32.8	13.2	24,232
13	嘉手納	47.2	45.4	26.5	17.0	7.7	3.9	98.3	79.0	2.3	29.5	6.4	63.5	148.0	50.5	32.8	13.2	14,067
14	北 谷	60.4	25.7	33.7	9.6	6.0	4.4	92.8	68.0	2.3	29.5	6.4	63.5	148.0	50.5	32.8	13.2	12,765
15	北中城	50.3	76.9	25.0	32.6	6.2	10.0	80.8	84.9	2.3	29.5	6.4	63.5	148.0	50.5	32.8	13.2	10,944
16	中 城	33.5	49.6	3.2	2.3	5.5	10.4	110.0	130.3	1.6	27.0	4.5	14.8	37.6	40.4	21.6	12.2	10,315
17	西 原	95.6	61.9	38.5	11.6	29.4	21.7	121.1	186.8	1.5	23.4	4.1	21.2	55.5	34.8	17.0	13.7	12,299
18	豊見城	79.3	60.5	28.2	22.5	12.3	5.4	107.0	103.1	1.7	24.8	4.5	21.6	58.2	36.9	21.0	14.0	24,983
19	東風平	48.1	64.7	3.5	13.7	3.3	0	101.8	52.9	0.8	22.8	5.2	78.7	171.0	34.4	22.0	5.2	10,591
20	与那原	108.3	99.0	21.5	13.4	0	14.9	107.7	115.4	1.6	27.0	4.5	14.8	37.6	40.4	21.6	12.2	12,017
21	南風原	78.9	108.5	10.8	16.3	10.6	5.2	83.0	70.8	1.7	24.8	4.5	21.6	58.2	36.9	21.0	14.0	15,212
22	城 辺	38.7	31.7	19.1	15.8	2.3	1.9	159.1	81.8	1.1	21.4	4.8	75.7	166.0	42.6	20.0	5.7	10,883
	平均值	60.2	57.5	20.0	14.5	7.7	9.6	104.1	86.9	1.8	26.1	6.3	47.9	110.7	44.4	28.9	12.0	

表3 死因順位年次推移（沖縄県5大死因）

年 次	第 1 位	第 2 位	第 3 位	第 4 位	第 5 位
昭和48年	脳血管疾患	悪性新生物	老 衰	心 疾 患	不慮の事故
49	"	"	"	"	肺炎及気管支炎
50	"	"	"	"	"
51	"	"	心 疾 患	老 衰	"
52	悪性新生物	脳血管疾患	"	"	"
53	"	"	"	"	"
54	"	"	"	"	"
55	"	"	"	"	"

昭和55年衛生統計年報（人口動態篇） 沖縄県環境保健部から抜粋

表4 市町村別死亡率(男:人口10万対)

	心 疾 患			虚血性心疾患			高血圧性疾患			脳血管疾患		
	粗死亡率	訂正死亡率	標準死亡比	粗死亡率	訂正死亡率	標準死亡比	粗死亡率	訂正死亡率	標準死亡比	粗死亡率	訂正死亡率	標準死亡比
那 覇 市	51.7	77.5	84.2	17.8	27.6	62.7	4.9	7.5	47.6	77.0	119.6	72.8
石 川 市	25.0	29.9	32.4	11.5	14.3	32.4	1.9	2.2	14.0	76.9	94.5	57.5
具志川市	63.2	72.1	78.3	26.2	31.3	71.1	3.3	3.5	22.2	67.3	79.2	48.2
宜野湾市	34.7	60.7	66.0	15.8	29.4	66.8	6.3	11.4	71.9	44.1	82.2	50.0
平 良 市	72.5	73.8	80.2	22.6	22.7	51.6	5.9	6.1	38.3	118.9	119.9	73.0
石 垣 市	35.1	35.7	38.8	15.6	15.8	35.9	6.8	6.9	43.5	137.3	139.8	85.1
浦 添 市	30.6	60.0	65.2	7.4	15.4	34.9	9.1	19.2	121.2	56.8	119.0	72.5
名 護 市	52.7	48.2	52.4	21.1	19.9	45.3	10.5	8.9	56.1	91.9	85.6	52.1
糸 満 市	58.4	70.3	76.4	18.0	22.3	50.7	4.3	5.0	31.6	89.3	109.6	66.7
沖 縄 市	34.9	52.5	57.0	20.1	31.9	72.4	1.5	2.3	14.3	71.0	111.8	68.1
国 頭 村	85.7	60.6	65.8	21.4	15.1	34.4	10.7	7.1	44.5	198.1	139.0	84.6
大宜味村	104.8	42.9	46.6	34.9	14.7	33.3	61.1	21.3	134.4	314.5	128.3	78.1
東 村	83.0	70.7	76.8	69.2	58.9	133.8	13.8	11.3	71.2	179.8	151.9	92.5
今帰仁村	44.9	28.6	31.0	12.0	7.9	18.0	15.0	8.3	52.1	155.6	100.7	61.3
本 部 町	98.1	68.4	74.3	27.8	19.8	45.0	11.1	6.9	43.7	137.0	95.9	58.4
恩 納 村	67.6	57.8	62.8	8.0	7.0	16.0	8.0	6.1	38.7	139.2	120.6	73.4
宜野座村	89.7	70.1	76.1	35.9	28.8	65.4	9.0	6.3	39.8	89.7	70.5	42.9
金 武 町	27.9	27.7	30.1	3.5	3.6	8.1	0	0	0	87.3	87.7	53.4
伊 江 村	107.1	64.5	70.1	53.6	33.4	75.8	0	0	0	154.0	93.4	56.8
与那城村	92.1	74.7	81.1	9.7	8.1	18.5	17.0	12.3	77.5	99.3	81.7	49.7
勝 連 町	71.2	76.7	83.3	10.9	12.4	28.1	10.9	10.9	68.5	95.8	106.4	64.8
読 谷 村	42.2	44.2	48.1	15.5	17.2	39.0	2.8	2.7	16.8	80.1	86.8	52.8
嘉手納町	40.8	47.2	51.3	21.6	26.5	60.2	7.2	7.7	48.7	81.7	98.3	59.8
北 谷 町	51.0	60.4	65.6	26.8	33.7	76.5	5.4	6.0	37.6	75.1	92.8	56.5
北中城村	46.7	50.3	54.7	21.8	25.0	56.9	6.2	6.2	38.8	71.6	80.8	49.2
中 城 村	35.9	33.5	36.4	3.3	3.2	7.3	6.5	5.5	34.7	114.3	110.0	67.0
西 原 町	82.6	95.6	103.8	32.0	38.5	87.5	26.6	29.4	185.1	101.3	121.1	73.7
豊見城村	44.6	79.3	86.2	14.9	28.2	64.0	6.8	12.3	77.7	56.7	107.0	65.1
東風平町	43.9	48.1	52.2	3.1	3.5	8.1	3.1	3.3	20.5	90.9	101.8	62.0
具志頭村	82.9	96.1	104.4	34.2	40.9	92.8	4.9	5.4	33.9	97.6	115.7	70.4
玉 城 村	49.7	45.8	49.7	7.1	6.7	15.3	0	0	0	110.0	102.0	62.1
知 念 村	72.6	65.4	71.1	5.6	5.2	11.9	5.6	4.5	28.6	94.9	87.3	53.2
佐 敷 町	75.0	73.7	80.0	7.9	8.0	18.3	11.8	10.7	67.4	86.8	86.9	52.7
与那原町	74.4	108.3	117.6	14.3	21.5	48.8	0	0	0	71.6	107.7	65.6
大 里 村	28.3	28.7	31.2	4.7	4.9	11.2	0	0	0	85.0	87.6	53.3
南風原町	50.2	78.9	85.7	6.5	10.8	24.5	6.5	10.6	66.8	50.2	83.0	50.5
仲 里 村	129.4	73.2	79.5	18.5	10.7	24.2	0	0	0	221.9	124.9	76.1
具志川村	62.7	41.3	44.8	13.9	9.3	21.1	0	0	0	194.9	128.0	77.9
渡嘉敷村	82.1	57.5	62.4	0	0	0	0	0	0	41.1	28.7	17.5
座間味村	159.9	73.0	79.3	40.0	18.3	41.6	119.9	48.6	306.0	159.9	72.0	43.9
粟 国 村	56.9	23.3	25.3	0	0	0	142.2	50.1	315.7	227.5	92.5	56.3
渡名喜村	101.0	43.4	47.1	0	0	0	151.5	58.5	369.0	101.0	42.0	25.6

表4 市町村別死亡率(男:人口10万対)

	心疾患			虚血性心疾患			高血圧性疾患			脳血管疾患		
	粗死亡率	訂正死亡率	標準死亡比	粗死亡率	訂正死亡率	標準死亡比	粗死亡率	訂正死亡率	標準死亡比	粗死亡率	訂正死亡率	標準死亡比
南大東村	53.3	66.7	72.5	35.5	44.9	102.0	0	0	0	35.5	45.7	27.8
北大東村	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141.6	200.0	121.8
伊平屋村	20.9	12.1	13.2	0	0	0	41.7	22.8	143.9	125.2	70.4	42.9
伊是名村	108.1	51.4	55.8	77.2	36.5	82.9	61.8	26.2	165.3	370.7	171.8	104.6
城辺町	50.0	38.7	42.0	25.0	19.1	43.3	3.1	2.3	14.7	209.5	159.1	96.9
下地町	145.0	99.2	107.7	55.8	37.5	85.1	11.2	7.4	46.4	167.3	113.1	68.9
上野村	154.1	133.0	144.5	38.5	32.5	73.9	19.3	16.4	103.6	115.5	97.9	59.6
伊良部村	77.7	84.6	92.0	14.8	16.0	36.4	7.4	8.0	50.5	129.4	140.2	85.4
多良間村	38.1	27.9	30.3	19.1	13.6	30.9	0	0	0	152.6	107.9	65.7
竹富町	74.9	44.5	48.3	28.1	16.5	37.4	18.7	10.4	65.6	234.2	136.2	82.9
与那国町	247.8	178.0	193.4	92.9	67.4	153.0	0	0	0	216.9	154.3	94.0
沖縄県	52.9	62.8	68.3	17.9	22.0	49.9	6.6	7.6	47.6	88.9	108.3	65.9
全国	92.1	92.1	100.0	44.0	44.0	100.0	15.9	15.9	100.0	164.2	164.2	100.0

表5 市町村別死亡率(女:人口10万対)

	心疾患			虚血性心疾患			高血圧性疾患			脳血管疾患		
	粗死亡率	訂正死亡率	標準死亡比	粗死亡率	訂正死亡率	標準死亡比	粗死亡率	訂正死亡率	標準死亡比	粗死亡率	訂正死亡率	標準死亡比
那覇市	59.4	65.9	76.3	14.3	16.3	46.8	11.6	12.5	63.4	73.7	84.1	56.3
石川市	55.2	50.0	57.9	11.4	10.5	30.2	1.9	1.6	8.4	80.0	74.1	49.6
具志川市	74.2	62.0	71.8	35.2	30.2	86.6	7.6	6.0	30.3	92.5	80.1	53.6
宜野湾市	39.0	53.5	62.0	15.8	22.5	64.6	12.8	17.4	88.1	50.0	71.1	47.6
平良市	72.0	55.5	64.2	10.9	8.4	24.2	9.8	7.2	36.5	108.0	84.1	56.3
石垣市	45.6	45.1	52.2	17.1	17.1	49.0	4.8	4.6	23.4	103.6	103.6	69.4
浦添市	26.8	43.9	50.8	5.6	9.5	27.3	7.2	12.1	61.4	50.2	85.6	57.3
名護市	65.0	45.8	53.0	18.8	13.5	38.7	7.9	5.2	26.3	125.7	91.2	61.0
糸満市	60.1	50.6	58.6	20.9	17.7	50.9	16.7	13.3	67.4	102.7	87.8	58.8
沖縄市	36.6	40.8	47.2	16.2	18.6	53.4	6.3	6.8	34.6	75.4	86.9	58.2
国頭村	164.0	82.8	95.8	48.2	24.6	70.5	4.8	2.2	11.4	168.8	87.0	58.3
大宜味村	117.5	34.1	39.5	29.4	8.7	24.9	36.7	9.4	47.6	198.2	59.5	39.8
東村	60.9	38.3	44.4	15.2	9.6	27.4	0	0	0	152.2	96.2	64.4
今帰仁村	66.3	31.5	36.5	12.1	5.8	16.7	9.0	3.9	19.7	162.7	79.7	53.4
本部町	119.0	60.9	70.5	32.1	16.7	48.0	7.6	3.5	17.8	172.0	90.7	60.7
恩納村	110.5	60.1	69.5	8.2	4.5	13.0	4.1	2.0	10.2	180.0	100.5	67.3
宜野座村	68.0	42.6	49.3	34.0	21.7	62.2	0	0	0	110.5	71.2	47.6
金武町	40.5	32.6	37.8	6.2	5.1	14.8	6.2	4.7	24.0	96.6	80.3	53.7
伊江村	84.4	43.2	50.1	30.1	15.4	44.3	12.1	5.7	28.8	120.6	62.3	41.7

表5 市町村別死亡率(女：人口10万対)

	心 疾 患			虚血性心疾患			高血圧性疾患			脳血管疾患		
	粗死亡率	訂正死亡率	標準死亡比	粗死亡率	訂正死亡率	標準死亡比	粗死亡率	訂正死亡率	標準死亡比	粗死亡率	訂正死亡率	標準死亡比
与那城村	134.3	80.9	93.7	14.4	8.8	25.2	76.7	42.5	215.4	79.1	48.7	32.6
勝連町	135.9	84.7	98.1	8.2	5.2	14.9	24.5	13.9	70.3	97.9	63.2	42.3
読谷村	36.4	27.2	31.5	14.8	11.3	32.5	6.7	4.7	23.7	98.3	76.0	50.9
嘉手納町	51.4	45.4	52.8	18.7	17.0	48.7	4.7	3.9	19.7	86.5	79.0	52.9
北谷町	28.0	25.7	29.7	10.2	9.6	27.7	5.1	4.4	22.2	71.2	68.0	45.5
北中城村	86.6	76.9	89.0	35.8	32.6	93.6	11.9	10.0	50.7	92.5	84.9	56.8
中城村	70.4	49.6	57.5	3.2	2.3	6.6	16.0	10.4	52.9	179.1	130.3	87.2
西原町	60.7	61.9	71.6	11.0	11.6	33.3	22.1	21.7	109.8	176.5	186.8	125.1
豊見城村	43.9	60.5	70.0	16.0	22.5	64.4	4.0	5.4	27.6	73.2	103.1	69.1
東風平町	91.7	64.7	74.9	19.0	13.7	39.2	0	0	0	72.7	52.9	35.4
具志頭村	91.6	76.2	88.2	9.2	7.7	22.1	4.6	3.6	18.3	91.6	77.4	51.8
玉城村	110.9	77.3	89.5	7.2	5.0	14.4	7.2	4.7	23.6	114.5	80.9	54.2
知念村	113.6	77.4	89.6	5.7	3.9	11.2	5.7	3.6	18.3	96.6	67.1	44.9
佐敷町	144.4	108.7	125.9	11.7	8.9	25.5	19.5	13.8	69.9	128.7	98.5	65.9
与那原町	102.3	99.0	114.7	13.5	13.4	38.3	16.1	14.9	75.5	115.7	115.4	77.2
大里村	60.4	47.5	55.0	9.3	7.4	21.1	9.3	6.9	35.1	88.3	70.5	47.2
南風原町	90.3	108.5	125.6	13.2	16.3	46.7	4.4	5.2	26.4	57.2	70.8	47.4
仲里村	162.8	81.4	94.2	12.5	6.3	18.0	18.8	8.6	43.7	150.3	76.1	50.9
具志川村	56.7	31.2	36.1	14.2	7.8	22.5	7.1	3.6	18.2	148.9	83.0	55.6
渡嘉敷村	202.3	72.5	83.9	80.9	29.5	84.6	0	0	0	80.9	29.9	20.0
座間味村	147.5	46.6	53.9	0	0	0	0	0	0	258.1	83.5	55.9
粟国村	72.0	18.6	21.5	24.0	6.2	17.7	120.1	27.4	138.9	264.1	68.5	45.9
渡名喜村	170.5	49.1	56.9	85.3	24.6	70.5	42.6	11.1	56.0	127.9	37.5	25.1
南大東村	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86.4	102.6	68.7
北大東村	0	0	0	0	0	0	56.7	85.8	435.3	170.1	256.8	171.9
伊平屋村	39.7	17.1	19.8	0	0	0	0	0	0	238.4	104.8	70.2
伊是名村	96.7	44.4	51.4	41.4	19.1	54.7	82.9	35.3	179.1	428.1	199.1	133.3
城辺町	48.0	31.7	36.7	24.0	15.8	45.4	3.0	1.9	9.5	123.1	81.8	54.8
下地町	164.5	75.8	87.7	30.8	14.4	41.4	0	0	0	82.3	39.0	26.1
上野村	85.1	44.6	51.7	0	0	0	0	0	0	113.5	60.0	40.1
伊良部村	50.1	39.6	45.9	14.3	11.2	32.1	14.3	10.9	55.1	68.0	53.5	35.8
多良間村	35.8	16.3	18.9	17.9	8.1	23.4	0	0	0	143.2	65.8	44.1
竹富町	39.5	20.0	23.2	9.9	5.0	14.4	9.9	4.6	23.5	167.8	85.8	57.4
与那国町	278.0	220.5	255.3	123.6	97.9	280.8	0	0	0	200.8	159.6	106.9
冲縄県	62.6	56.2	65.1	16.2	14.9	42.6	10.8	9.2	46.7	91.4	84.3	56.4
全 国	86.4	86.4	100.0	34.9	34.9	100.0	19.7	19.7	100.0	149.4	149.4	100.0

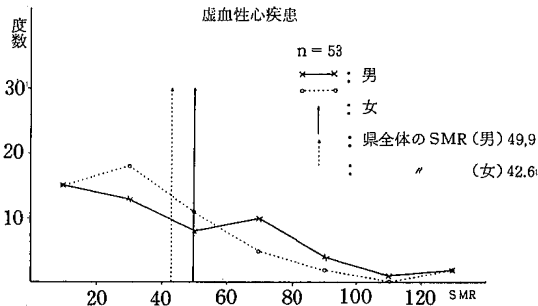
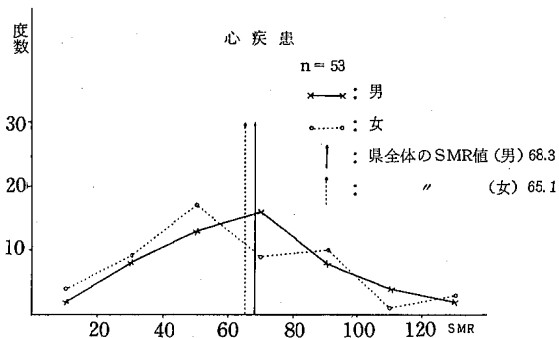


図1 市町村のSMRの分布

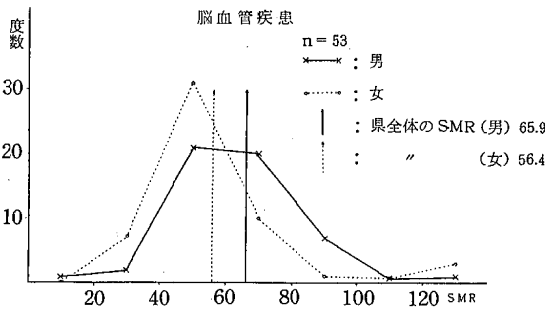
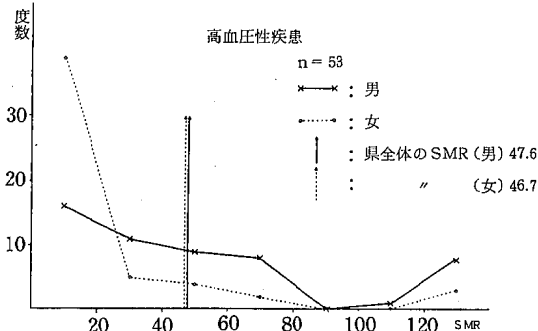


図2 市町村のSMRの分布

図にしたのが図1、図2である。昭和53年の全国死亡率を100とした時、県全体(男)は心疾患68.3、虚血性心疾患49.9、高血圧性疾患47.6、脳血管疾患65.9とかなり低いことが分る。女についても心疾患65.1、虚血性心疾患42.6、高血圧性疾患46.7、脳血管疾患56.4と同様に低く、又4疾患とも女は男よりも低い。分布のパターンは疾患によって異なるが、同疾患の男女は類似のパターンを示す。

5 概して都市地区(市)のSMRは離島避地よりも低い(表4、表5)。SMR 100を起えた市は浦添市の高血圧性疾患(男)の121.2だけである。一方離島避地村では、高血圧性疾患の渡名喜村(男:369.0)、粟国村(男:315.7)、座間味村(男:306.0)、北大東村(女:435.3)、与那城村(女:215.4)、虚血性心疾患の与那国(女:280.8)、心疾患の与那国(女:255.3)、など極端に高いSMR値を示す。これらは生活習慣、医療水準、交通事情などの社会環境因子の影響によるものと思われるが、明確なことは分らない。

6 4疾患と水質成分の相関について考察するに当り、死亡率に影響を及ぼすと思われる水質成分以外の各種因子を出来るだけ排除(同一に)するため次の3条件を標本抽出の条件として設定した。

- (1) 市町村の人口1万人以上。
- (2) 代表的な水質分析値が得られ、しかも数年以上飲用されている。
- (3) 医療条件、生活習慣などの環境因子に大差がない。

以上の3条件から53市町村の内22市町村を標本として抽出し(表2)、死亡率と水質分析値(主成分の8項目)の相関について、統計的に処理して考察した。

7 表6に水質成分間の相関行列を示す。K<sup>+</sup>とNa<sup>+</sup> Cl<sup>-</sup> SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> Ca<sup>2+</sup>とT-アルカリ、SiO<sub>2</sub>、Cl<sup>-</sup>とSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の間には特に高度の相関があるが、他の成分間にも何らかの相関が存在する。これからの情報は重回帰分析における説明変数の選択や標準偏回帰係数等の考察に有用になる。

8 表7は4疾患の男女別訂正死亡率の相関行列である。同疾患の男女間には有意(P<0.05)の相関があり、又男女とも心疾患と高血圧性疾患の

表6 水質成分間の相関行列 n = 22

	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	T-アルカリ	SiO <sub>2</sub>
K <sup>+</sup>	1.000	**** 0.735	* 0.370	0.100	**** 0.746	**** 0.757	0.055	** 0.440
Na <sup>+</sup>		1.000	0.244	0.127	** 0.518	* 0.403	0.153	* 0.367
Mg <sup>2+</sup>			1.000	** 0.484	0.256	*** 0.563	** 0.516	-0.063
Ca <sup>2+</sup>				1.000	** 0.448	** 0.504	**** 0.984	**** -0.660
Cl <sup>-</sup>					1.000	**** 0.777	* 0.367	-0.051
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>						1.000	* 0.397	-0.161
T-アルカリ							1.000	*** -0.594
SiO <sub>2</sub>								1.000

\*\*\*\*: P < 0.001, \*\*\*: P < 0.01, \*\*: P < 0.05, \*: P < 0.1

表7 4疾患の訂正死亡率の相関行列

		男				女			
		心疾患	虚血性心疾患	高血圧性疾患	脳血管疾患	心疾患	虚血性心疾患	高血圧性疾患	脳血管疾患
男	心疾患	1.000	** 0.426	** 0.450	-0.055	**** 0.666	0.119	** 0.480	0.275
	虚血性心疾患		1.000	△ 0.301	0.064	-0.133	** 0.532	0.012	△ 0.349
	高血圧性疾患			1.000	0.108	0.184	-0.058	** 0.497	** 0.476
	脳血管疾患				1.000	-0.263	-0.207	-0.185	* 0.381
女	心疾患					1.000	0.169	** 0.394	-0.005
	虚血性心疾患						1.000	-0.151	-0.060
	高血圧性疾患							1.000	0.098
	脳血管疾患								1.000

\*\*\*\*: P < 0.001, \*\*\*: P < 0.01, \*\*: P < 0.05, \*: P < 0.1, △: P < 0.2

間に有意の相関がある。脳血管疾患は他の疾患との相関が男女ともに低い。

9 訂正死亡率と水質成分の単相関係数を(表8、表9)に示す。男では脳血管疾患がK<sup>+</sup> Na<sup>+</sup> SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>と女でも脳血管疾患とCa<sup>2+</sup>T-アルカリ、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>がいずれも有意の負の相関があるが、他の3疾患については水の単一成分との相関は明らかでない。

今や一般的に承認されているCa<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>などいわゆる硬度と4疾患の負の相関については脳血管疾患(女)を除いては、確かにその傾向は現れているが明確ではない。又脳血管疾患と有意の相関を示す水質成分についてもその因果関係については今回の調査だけでは定かでない。因みに人間の食塩摂取量を1日10gとすると県内の飲料水か

表8 訂正死亡率と水質分析値の単相関係数(男) n = 22

	心疾患	虚血性心疾患	高血圧性疾患	脳血管疾患
K <sup>+</sup>	0.031	0.236	0.024	*** -0.602
Na <sup>+</sup>	-0.185	0.214	-0.248	*** -0.645
Mg <sup>2+</sup>	△ -0.306	△ -0.302	△ -0.287	* -0.367
Ca <sup>2+</sup>	-0.229	-0.018	△ -0.331	-0.205
総アルカリ度	△ -0.294	-0.008	△ -0.346	-0.177
Cl <sup>-</sup>	-0.061	0.209	-0.199	△ -0.366
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.078	-0.030	-0.115	*** -0.587
SiO <sub>2</sub>	0.015	0.245	0.280	-0.088

\*\*\*: P < 0.01, \*\*: P < 0.05, \*: P < 0.10, △: P < 0.20

表9 訂正死亡率と水質分析値の単相関係数(女) n = 22

	心疾患	虚血性心疾患	高血圧性疾患	脳血管疾患
K <sup>+</sup>	0.015	0.252	△ 0.327	-0.246
Na <sup>+</sup>	-0.174	0.165	0.021	-0.181
Mg <sup>2+</sup>	-0.204	-0.155	0.048	-0.282
Ca <sup>2+</sup>	△ -0.292	-0.050	-0.087	** -0.526
総アルカリ度	* -0.370	0.046	-0.164	** -0.483
Cl <sup>-</sup>	-0.073	0.244	0.259	* -0.418
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.119	-0.076	△ 0.385	** -0.481
SiO <sub>2</sub>	0.002	0.193	0.085	△ 0.306

\*\*\*: P < 0.05, \*\*: P < 0.10, △: P < 0.20

らの摂取量は0.1g前後と計算されるのでその寄与率は1%前後にしかならない。さらには男女で脳血管疾患と有意の関係にある水質成分がSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>を除いて何故異なるかも不明である。

10 次に訂正死亡率を目的変数とし、水質8成分を説明変数とした線形重回帰分析を行った。表10、11にその結果を示す。重回帰式から目的変数(訂正死亡率)に対する説明変数(水質分析値)の影響の強さを比較するにはその回帰係数の大きさで行うが、その場合測定単位によって値は変わるので、その影響を受けないようにするために基準化したのが標準(化)偏回帰係数である。係数の大きい変数が強く影響し、正負の記号は正負の影響を意味する。しかし、説明変数間に相関関係がなければそれでよいが、一般に変量間には何らかの相関がある(表6)ので標準偏回帰係数だけでは不十分である。変量間の相関が0であれば標準

偏回帰係数と単相関係数は等しくなる。

11 重相関係数(回帰式からの計算値と実測値との単相関係数)は0.515~0.869であり、その寄与率は0.265~0.755である。脳血管疾患(男)と水質8成分の間には高い相関がある(P<0.01)が他の疾患については、相関係数は単一成分よりも大きくなるが、その有意水準はそれほど高くない。

12 説明変数としての水質8成分の内、不必要な成分を除き、より良い回帰式を作成するために変数増減法により採択されたのが表12の○印の成分である。虚血性心疾患(女)を除いてすべての疾患の有意性が向上していることがわかる。特に脳血管疾患(男)については変数としてNa<sup>+</sup> Cl<sup>-</sup> SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>を採用したときの重相関係数0.805は極めて高い有意水準(P<0.001)にある。説明変数の数は有意水準さえ維持出来れば分析の手間隙、費



表 10 標準化偏帰係数 (男)

n = 22

	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	T-アルカリ	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SiO <sub>2</sub>	重相関係数	分散比
心疾患	-0.649	-0.488	-1.609	-9.103	8.424	-0.459	3.266	-0.081	0.670	1.323
虚血性心疾患	1.062	-0.613	-1.102	-6.109	6.124	0.103	0.544	-0.381	0.652	1.200
高血圧性疾患	0.352	-0.701	-0.997	-1.117	1.741	-0.997	1.250	0.868	0.731	1.861
脳血管疾患	1.749	-1.084	0.577	0.087	-0.465	0.904	-2.539	-1.097	***0.869	***5.030

\*\*\* : P < 0.01

表 11 標準化偏回帰係数 (女)

n = 22

	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	T-アルカリ	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SiO <sub>2</sub>	重相関係数	分散比
心疾患	-1.309	0.129	-0.779	-2.205	-1.789	-0.495	2.363	0.494	0.646	1.165
虚血性心疾患	0.786	-0.250	-0.329	2.669	-1.763	-0.226	-0.617	0.546	0.515	0.586
高血圧性疾患	-0.120	-0.273	-0.381	-2.104	1.705	-0.060	1.238	0.040	0.553	0.714
脳血管疾患	0.664	-0.087	0.450	2.378	-2.591	-0.027	-1.371	-0.113	0.603	0.929

表 12 水質成分の選択と重相関係数

n = 22

		K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	T-al	SiO <sub>2</sub>	重相関係数	8項目重相関係数
心疾患	男			○		○	○			*0.563	0.670
	女				○			○		**0.540	0.646
虚血性心疾患	男	○		○				○	○	*0.605	0.652
	女	○		○						0.367	0.515
高血圧性疾患	男	○	○	○		○				**0.652	△0.731
	女						○	○		*0.517	0.553
脳血管疾患	男		○			○	○			***0.805	***0.869
	女			○		○	○			**0.582	0.603

\*\*\*\*: P < 0.001, \*\*\*: < 0.01, \*\* < 0.05, \* < 0.1, △ < 0.2

○印: 説明変数として採択。

表 13 線形回帰式による訂正死亡率の推定 (脳血管疾患・男)

番号	市町村名	死亡率	推定値	偏差%	番号	市町村名	死亡率	推定値	偏差%
1	那 覇	119.6	109.1	- 8.8	12	読 谷	86.8	92.1	6.1
2	石 川	94.5	103.0	9.0	13	嘉 手 納	98.3	92.1	- 6.3
3	具 志 川	79.2	90.5	14.3	14	北 谷	92.8	92.1	- 0.8
4	宜 野 湾	82.2	92.1	12.0	15	北 中 城	80.8	92.1	14.0
5	平 良	119.9	132.1	10.2	16	中 城	110.0	103.0	- 6.4
6	石 垣	139.8	142.6	2.0	17	西 原	121.1	117.8	- 2.7
7	浦 添	119.0	109.1	- 8.3	18	豊 見 城	107.0	109.1	2.0
8	沖 縄	111.8	92.1	- 17.6	19	東 風 平	101.8	113.7	11.7
9	金 武	87.7	78.5	- 10.5	20	与 那 原	107.7	103.0	- 4.4
10	与 那 城	81.7	90.5	10.8	21	南 風 原	83.0	109.1	31.4
11	勝 連	106.4	90.5	- 14.9	22	城 辺	159.1	135.8	- 14.6

$$\text{回帰式} : Y(\text{死亡率}) = 4.882x_1(\text{Na}^+) + 1.554x_2(\text{Cl}^-) - 1.286x_3(\text{SO}_4^{2-}) + 199.85$$

用の点からも少ないほうが望ましいが一般に寄与率は低くなる。

13 表 13 は 22 市町村の脳血管疾患 (男) の訂正死亡率を水質 3 成分で推定した結果を示す。実測値と推定値の偏差の平均は 9.9 % で、南風原町 (31.4%) を除けばかなり良い推定値になっている。従って回帰式は予測手段としてかなり有効だと思われる。

#### IV まとめ

1 4 疾患 (心疾患、虚血性心疾患、高血圧性疾患、脳血管疾患) の訂正死亡率、標準死亡比について、市町村別、男女別に間接法で計算した。

県全体の死亡率は 4 疾患とも全国死亡率の約半分 (42.6%~68.3%) と低い。又、すべての疾患で女は男より低い死亡率を示す。市町村別では都市地区 (市) は離島避地よりも低い。

2 4 疾患と飲料水中の主要無機成分 (8 成分) の単相関は一般に低く、脳血管疾患 (男:  $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  と高い相関) ( $P < 0.01$ )、(女:  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{T}$ 、 $\text{アルカリ}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  との相関) ( $P < 0.05$ ) だけが有意であった。

3 目的変量を訂正死亡率、説明変量を水質 8 成分として重回帰分析を行った結果、重相関係数は 0.515~0.869 であり、その寄与率は 0.265~0.755

である。脳血管疾患 (男) だけが有意である ( $P < 0.01$ )。変数増減法により最良変数を選択した結果、虚血性心疾患 (女) を除いて、脳血管疾患 ((男) :  $P < 0.001$ 、(女) :  $P < 0.05$ )、心疾患 ((男) :  $P < 0.1$ 、(女) :  $P < 0.05$ )、虚血性心疾患 ((男) :  $P < 0.1$ )、高血圧性疾患 ((男) :  $P < 0.05$ 、(女) :  $P < 0.1$ ) と有意水準は向上したが、重相関係数 (0.367~0.805)、寄与率 (0.135~0.648) は共に減少した。

4 回帰モデルから脳血管疾患 (男) について市町村の訂正死亡率を推定した結果は相対誤差が 10 % 前後と実測値のかなりよい推定値と思われる。

5 この調査研究の要旨は沖縄県公衆衛生学会 (1983) で発表した。

#### V 文献

- 1) 山城興博, 金城喜榮, 大城善昇, 上原隆, "県内水道水の水質について". 沖縄県公害衛生研究所報, 17 号, p. 23-28 (1983).
- 2) 沖縄県環境保健部, "衛生統計年報 (人口動態統計編)". 1973-1978.
- 3) 地方衛生研究所全国協議会, "健康と飲料水中の無機成分に関する研究". 1982.
- 4) 奥野忠一他, "多変量解析法", 日科技連, 1983.