

香川の水 (第15報)

水道水質と悪性新生物死亡率との相関について

小島 俊男・須崎千寿子・黒田 弘之

I 緒 言

日本人の死因の第1位を占める様になった悪性新生物(ガン)は、香川県においても死亡率の第1位を占めている¹⁾。このガンの発生には様々な要因が関与していると考えられているが、中でも食物、飲料水、喫煙、大気汚染中などに存在する発ガン物質が原因となる環境要因によるものが90%を占めるといわれている²⁾。

現在、水道水でも塩素処理によって生成するトリハロメタンや、地下水汚染におけるトリクロロエチレン、テトラクロロエチレンなどの発ガン物質が最も注目されているところである。そのため、水道水中の化学物質が人にとどのような影響を及ぼしているかを解明する上で、疫学的研究は重要である。しかし、我国での水道水質とガンとの疫学的調査研究は、一部で報告³⁾されてはいるものの、まだ全国的に実施されていない。そこで基礎資料を得る目的で、香川県における水道水質と消化器系ガン死亡率との相関性を統計的に解析したところ、若干の知見が得られたので報告する。

II 方 法

1. ガン死亡率

米国における過去の疫学的研究⁴⁾から、消化器系及び泌尿器系ガンとの相関が報告されていることから、死因簡単分類表(昭和53年以前は50項目死因分類B表)に掲げる28~37(B19)悪性新生物のうち消化器系ガンである食道、胃、肝臓、膵臓、および直腸、直腸S状結腸移行部及び肛門(以下、直腸・結腸・肛門と記す)について相関性を調べた。

死亡率は、標準化死亡比(SMR)を用いた。計算は、昭和53~57年の香川県衛生統計年報⁵⁾及び香川県衛生統計結果表の市町別・死因別・性別・年齢(5歳階級)別死亡者数を用い、5年間の死亡数の合計により間接法による訂正死亡率を計算し、SMRを算出した。5年間の基準人口は昭和55年の国勢調査による人口を用い⁶⁾、またSMRは性別(男・女)および全体、市町別、人口10万対で算出した⁷⁾。

胃、肝臓については男・女別および全体についてSMRを求め、膵臓、食道、直腸・結腸・肛門については男女各々の死亡数が少ないことから全体についてのみSMRを求めた⁸⁾。

2. 水道水質及び対象市町の選定

昭和53年度~57年度までの5年間に水道法に定められた全項目検査のため当所に依頼された水道浄水についてその検査結果を用いた。試験法は水道法に基づく水質基準に関する省令および「水道におけるトリハロメタン対策に係る留意事項について」(昭和56年環水第47号)に基づくヘッドスペース・ガスクロマトグラフ法で実施した。

水道浄水を長期に渡り飲用することを考慮すると、水道浄水の水質が各水道で異なる項目は、硝酸性窒素および亜硝酸性窒素(以下、 $\text{NO}_3 + \text{NO}_2 - \text{N}$ と記す)、塩素イオン(以下、 Cl^- と記す)、過マンガン酸カリウム消費量(以下、 KMnO_4 消費量と記す)、硬度、蒸発残留物、pH値およびトリハロメタン(以下、THMと記す)であるので、これら7項目を対象とした。このうち $\text{NO}_3 + \text{NO}_2 - \text{N}$ は、硝酸イオンが口腔内あるいは消化器管内で還元され亜硝酸イオンとなり、亜硝酸イオンが食品中の二級アミンまたはアミドと反応してN-ニトロソ化合物となり、ガンを起すことが考えられ⁹⁾、¹⁰⁾また Cl^- は Na^+ との関連で胃ガンとの関係が考えられる¹⁰⁾。一方、THMは動物実験によって肝臓ガン、腎臓ガンが発生することが報告されている⁴⁾。

各市町の水道水質については、水源が複数箇所ある場合、主要水源の取水量または給水量(昭和55年)を考慮し、各水源の水道浄水(給水栓水等)の水質分析値(5年間の平均値あるいはTHMは年間平均値)を加重平均して、各市町の住民に曝露された飲料水濃度とした。ただし、 $\text{NO}_3 + \text{NO}_2 - \text{N}$ 、 Cl^- 、 KMnO_4 消費量、硬度、蒸発残留物、pH値の各項目は、5年間の平均値を求めたが、総トリハロメタン(クロロホルム、プロモジクロロメタン、ジプロモクロロメタン、プロモホルムの合計で、以下、TTHMと記す)については、昭和54年以前には測定していないため、昭和54~61年までの各水源の水

道浄水の分析値を基にし、1年間（春、夏、秋、冬の4回）に渡って測定した年間平均値を、または春、秋の分析値を年間平均値として¹¹⁾用いた。

一方香川県においては、昭和49年度より吉野川を水源とする香川用水による県供給水（浄水）が広域的に給水されており、県民の約47%（昭和55年度）がこの水道水を生活用水として利用している¹²⁾。この水質は良好であり、しかも均質なので、県下5市38町のうち県供給水を受水している5市16町を除外し、さらにガンの潜伏期間が一般に長いことなどから⁴⁾、長期に渡って同じ水道水を摂取している事が必要であるため、昭和50年、55年に水道普及率の低かった4町を除き、最終的に18町を対象とした。

Ⅲ 結果及び考察

1. 調査及び解析結果

表1に対象とした18町の人口及び水道についての概要をまとめて示す。^{6) 12) 13)}

対象とした18町の水道普及率は、ほとんどが85%以上で、2町が70%台であった。水源の種類は、河川表流水および貯水池・ダムの地表水のみを水源とする町が7町、浅井戸の地下水のみを水源とする町が5町であった。伏流水については同じ地下水でも浅井戸などは水質が異なるので地下水からははずした。浄水処理方法については、急速ろ過方式による浄化を行っており、緩速ろ過を行っているところは県内でも数か所である。浅井戸を水源とする町は水質が良好なため消毒のみによって給水している。水道取水開始年については、対象とした18町は、

古くは昭和20年代から、新しくは昭和40年代前半からの開始となっており、また主要水源や浄水方法はほとんど変更されておらず、長期間に渡ってほぼ同じ水質が供給されたと考えられる。

次に表2に対象とした18町の主要水源から給水された水道浄水の水質7項目について、昭和53～57年度までの5年間の分析値の平均を水源取水量（昭和55年）によって加重平均した値を示す。ただし、TTHMについては、昭和54～61年度までの分析値を基にし、年間平均値または年間平均値とみなせる値を水源取水量によって加重平均している。

$\text{NO}_3 + \text{NO}_2 - \text{N}$ については、0.2～4.6 mg/l の範囲にあり、平均値 1.5 mg/l、標準偏差 1.2 mg/l で、地下水のみの町においては高く、地表水のみの町においては低い濃度になっている。Cl⁻は、範囲 10.0～35.1 mg/l にあり、平均値 20.2 mg/l、標準偏差 6.9 mg/l である。KMnO₄消費量は、範囲 1.6～4.0 mg/l、平均値 2.5 mg/l、標準偏差 0.7 mg/l、変動係数28%と、対象となる町による差が最も少ない水質項目である。硬度は、22.4～131 mg/l の範囲にあり、平均値 62.7 mg/l、標準偏差 25.2 mg/l で、地下水のみの町においては高濃度であり、地表水のみの町においてはより濃度が低い。蒸発残留物は76～247 mg/l の範囲にあり、平均値 141 mg/l、標準偏差 44 mg/l で硬度成分を含む無機成分を示すもので、地下水のみの町においては濃度が高く、地表水のみの町はより濃度が低い。pH値は6.4～7.3の範囲にあり、平均値 6.8、標準偏差 0.2 で、地下水のみの町においては酸性側で低く、

表1 対象18町の水道の概要

町No	人口(昭和55年) (人)	水道普及率 (昭和55年)(%)	主な 水源数	水源の種類と給水比率 (昭和55年)(%)	浄水処理方法	取水 開始年
1	10,869	95.4	1	河川表流水(地表水のみ)	急速ろ過	S.41
2	14,411	91.3	2	ダム(71%), 浅井戸(29%)	急速ろ過, 消毒のみ	S.40
3	17,830	97.2	7	ダム(37%), 浅井戸(63%)	急速ろ過, 消毒のみ	S.43
4	9,634	98.4	4	浅井戸(地下水のみ)	消毒のみ	S.33
5	7,946	94.5	3	浅井戸(地下水のみ)	消毒のみ	S.36
6	19,059	93.1	2	伏流水(89%), 深井戸(11%)	急速ろ過	S.44
7	6,128	87.3	4	浅井戸(地下水のみ)	消毒のみ	S.29
8	12,809	85.5	1	ダム(地表水のみ)	急速ろ過	S.45
9	15,452	91.8	2	ダム(地表水のみ)	急速ろ過	S.30
10	21,398	97.1	3	ダム(地表水のみ)	急速ろ過	S.31
11	6,718	88.0	1	ダム(地表水のみ)	急速ろ過	S.45
12	8,094	78.5	1	貯水池(地表水のみ)	急速ろ過	S.45
13	15,923	92.6	2	伏流水(93%), 浅井戸(7%)	急速ろ過, 消毒のみ	S.31
14	10,162	87.3	2	河川表流水(53%), 貯水池(47%)(地表水のみ)	急速ろ過	S.35
15	13,847	97.3	3	貯水池(68%), 伏流水(32%)	急速ろ過, 消毒のみ	S.32
16	13,541	72.8	2	貯水池(65%), 伏流水(35%)	急速ろ過	S.35
17	8,121	87.0	2	浅井戸(地下水のみ)	消毒のみ	S.37
18	11,840	96.7	2	浅井戸(地下水のみ)	消毒のみ	S.34

地表水のみはより高い値となっている。TTHMは0.010～0.050 mg/ℓの範囲にあり、平均値0.022 mg/ℓ、標準偏差0.010 mg/ℓで、地下水のみは低濃度であり、地表水のみはより高濃度である。

表3に対象とした18町および香川県の昭和53～57年まで5年間の部位別消化器ガンの標準化死亡比(SMR)を、死亡数の多い順に示す。

香川県の平均は、胃ガンと肝臓ガンが全国平均の発生頻度よりも各々102.7、107.6と高く、特に肝臓ガンの女性

は123.2と高い値を示している。膵臓ガン、直腸・結腸・肛門ガン、食道ガンは全国平均の発生頻度よりも各々78.8、83.9、52.1と低く、特に食道ガンは半分のレベルである。

対象18町の胃ガンのSMRは、男50.4～156.2、女57.1～158.7、全体は59.5～150.3の範囲であった。肝臓ガンのSMRは、男35.1～201.1、女0～219.1、全体は42.3～182.3と、男性、女性とも広い範囲に分布していた。膵臓ガンのSMRは、全体で17.8～178.9の範囲であった。

表2 対象18町の水道浄水の水質

町No	NO ₃ +NO ₂ -N (mg/ℓ)	Cl ⁻ (mg/ℓ)	KMnO ₄ 消費量 (mg/ℓ)	硬 度 (mg/ℓ)	蒸発残留物 (mg/ℓ)	pH値	TTHM(mg/ℓ)
1	0.3	10.0	1.6	33.1	82	7.2	0.022
2	1.1	14.4	2.2	58.5	111	7.0	0.018
3	1.7	15.3	1.8	49.5	114	6.7	0.011
4	2.8	35.1	2.4	88.3	209	6.6	0.011
5	2.1	18.2	2.2	79.8	174	6.8	0.010
6	0.8	28.8	3.9	73.8	173	6.9	0.018
7	2.9	19.6	2.3	77.5	161	6.4	0.016
8	0.9	15.5	2.6	54.7	108	6.9	0.032
9	0.6	17.6	2.9	31.1	109	6.9	0.035
10	0.5	15.0	2.9	61.6	144	7.3	0.025
11	0.2	21.5	2.1	42.7	127	7.2	0.031
12	0.2	17.8	3.0	22.4	76	6.8	0.050
13	1.2	19.8	2.1	66.6	125	6.7	0.025
14	1.0	27.5	1.8	64.6	151	7.0	0.018
15	1.2	26.8	4.0	74.5	158	6.6	0.027
16	1.2	11.9	2.3	43.6	103	6.9	0.021
17	3.1	18.4	1.9	75.6	158	6.8	0.017
18	4.6	30.5	2.8	131	247	6.4	0.017
M±SD	1.5±1.2	20.2±6.9	2.5±0.7	62.7±25.2	141±44	6.8±0.3	0.022±0.010
CV	80	34	28	40	31	34	45

M：平均値(mg/ℓ)，SD：標準偏差(mg/ℓ)，CV：変動係数(%)

表3 対象18町の消化器系ガンの標準化死亡比(SMR)

町No	胃 ガ ン			肝 臓 ガ ン			膵臓ガン	直腸・結腸 ・肛門ガン	食道ガン
	男	女	全体	男	女	全体	全体	全体	全体
香川県	100.2	106.9	102.7	100.8	123.2	107.6	78.8	83.9	52.1
1	156.2	147.6	150.3	118.3	101.9	110.9	83.0	143.6	85.2
2	82.9	106.3	91.5	77.7	51.9	68.5	47.8	64.6	86.2
3	76.3	92.8	82.8	162.8	137.0	153.6	68.3	74.1	93.0
4	63.6	90.8	74.0	182.3	187.7	182.3	45.1	92.5	122.2
5	50.4	73.3	59.5	60.8	42.9	55.3	101.6	34.6	34.2
6	66.1	73.5	70.1	69.9	0	48.6	17.8	95.3	23.6
7	85.1	57.1	73.0	201.1	139.3	177.5	176.8	78.8	0
8	52.4	71.1	60.0	95.2	58.8	83.8	69.4	95.1	23.6
9	118.4	122.2	119.6	99.6	39.9	79.1	145.8	49.5	81.4
10	110.8	96.1	103.8	94.3	105.4	96.2	83.8	127.8	25.1
11	102.3	126.3	111.2	131.2	127.9	128.3	52.6	35.7	70.2
12	108.1	121.6	114.8	83.7	70.6	80.1	21.2	56.4	83.9
13	84.5	121.1	98.8	121.3	91.0	111.3	69.1	18.6	0
14	109.3	85.9	100.3	47.5	32.0	42.3	78.2	131.8	26.2
15	85.8	158.7	114.1	93.4	133.7	106.2	178.9	135.1	54.5
16	115.0	59.2	93.6	35.1	72.6	47.3	73.0	119.1	58.9
17	83.2	114.6	95.7	56.7	39.1	51.2	94.3	0	0
18	83.9	100.3	91.1	51.8	219.1	106.0	97.7	109.8	87.0

直腸・結腸・肛門ガンのSMRは、全体で0~143.6の範囲であった。食道ガンのSMRは、全体で0~122.2の範囲であった。

2. 水質項目とガン死亡率との相関性

消化器系ガン各部位の死亡率SMRと水道水質7項目

の濃度との相関性について、相関係数を求めた。その結果を表4に示す。

水道水質と有意な相関関係を示したのは、胃ガンと肝臓ガンで、膵臓ガン、直腸・結腸・肛門ガン及び食道ガンとの間には有意な相関性はみられなかった。

表4 部位別ガン死亡率(SMR)と水道水質分析値の相関係数

水質項目	胃 ガ ン			肝 臓 ガ ン			膵臓ガン 全体	直腸・結腸 ・肛門ガン 全体	食道ガン 全体
	男	女	全体	男	女	全体			
NO ₃ +NO ₂ -N	-0.439	-0.292	-0.441	0.060	0.517*	0.266	-0.103	-0.123	-0.018
Cl ⁻	-0.411	-0.030	-0.285	0.080	0.348	0.213	0.288	0.106	0.119
KMnO ₄ 消費量	-0.221	0.105	-0.087	-0.183	-0.041	-0.136	-0.023	0.247	-0.023
硬 度	-0.538*	-0.250	-0.488*	-0.065	0.460	0.154	0.130	0.074	-0.138
蒸発残留物	-0.500*	-0.243	-0.458	-0.010	0.454	0.190	0.205	0.070	-0.039
pH値	0.491*	0.191	0.420	-0.260	-0.470*	-0.394	0.181	0.129	-0.004
TTHM	0.373	0.417	0.471*	-0.126	-0.191	-0.170	-0.385	-0.082	0.060

* : P < 0.05

水質項目別にみると、NO₃+NO₂-Nと肝臓ガンの女性との間に5%の危険率で正の有意な相関関係が認められた。すなわちNO₃+NO₂-N濃度が高いほど女性のSMRが高い傾向にあった。しかし発ガン物質のニトロソアミンが生成しやすい胃ガン、食道ガンとの間には相関性が認められなかった。男性及び全体においては、相関性は認められなかった。Cl⁻と消化器系ガン5部位との間に有意な相関関係は認められなかった。またKMnO₄消費量とガン5部位との間にも、有意な相関関係は認められなかった。硬度は水中のカルシウムイオン、マグネシウムイオンの量を表すものであるが、胃ガンの男性との間に5%の危険率で有意な負の相関関係が認められた。すなわちカルシウムイオン、マグネシウムイオンの濃度が高い程、男性のSMRが低い傾向があった。しかし女性の場合には相関性は認められず、男女全体との間に5%の危険率で有意な負の相関関係が認められた。水道浄水中の蒸発残留物の主成分は、いわゆるミネラルでカルシウムイオン、マグネシウムイオン、ナトリウムイオン、カリウムイオンなどの陽イオンや塩素イオン、硫酸イオンなどの陰イオンを含んでいる。その蒸発残留物と胃ガンの男性との間に負の有意な相関性が認められた。しかし胃ガンの女性および全体との間には有意な相関性は認められなかった。

次にpH値と胃ガンの男性との間に正の有意な相関関係が認められる。すなわちpHが酸性であるほどSMRは低い関係がみられた。胃ガンの女性および全体との間には有意な相関性は認められなかった。しかし肝臓ガンの女性との間には負の有意な相関性が認められ、胃ガンの男性の場合と反対の傾向を示した。肝臓ガンの男性及び

全体との間には有意な相関性は認められなかった。

現在、水道水中の発ガン物質として問題になっているTTHMについては、TTHMと胃ガンの全体との間に5%の危険率で有意な正の相関性が認められた。男性、女性各々については有意な相関性は認められなかった。また肝臓ガンとの間にも有意な相関性は認められなかった。動物実験では、高濃度のクロロホルムを経口投与してマウスに肝臓ガンが認められているが、米国における疫学的研究では胃ガンとの間に相関性が認められる報告がある⁴⁾。

水道水質と部位別ガン死亡率との間に有意な相関関係にあった7事項についての相関図を図1~7に示す。

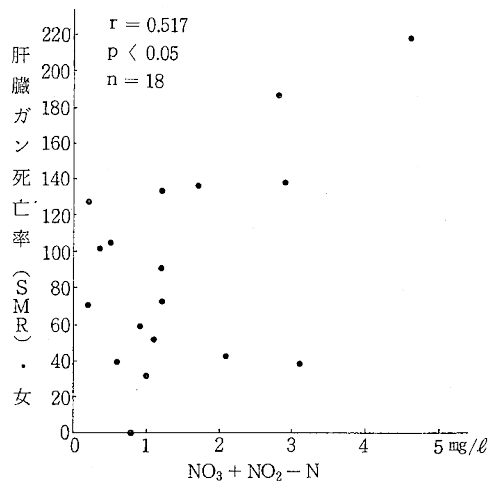


図1 肝臓ガン死亡率(SMR)・女とNO₃+NO₂-Nの相関図

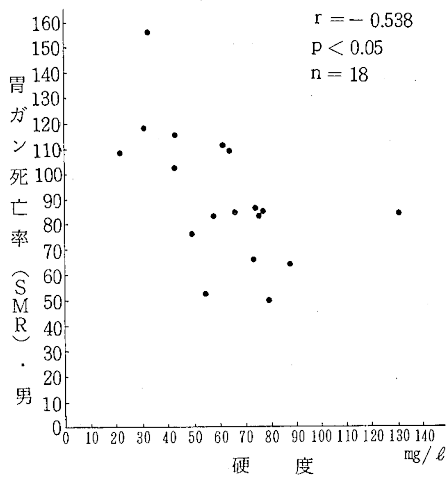


図2 胃ガン死亡率 (SMR) ・男と硬度の相関図

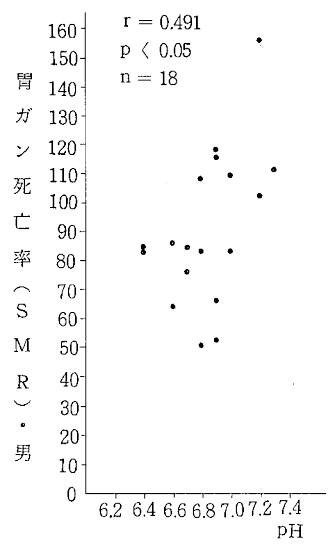


図5 胃ガン死亡率 (SMR) ・男とpHの相関図

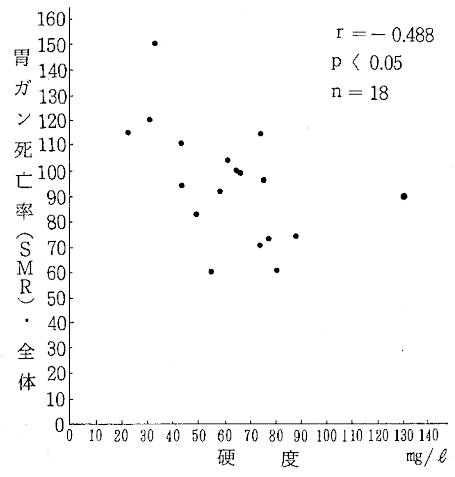


図3 胃ガン死亡率 (SMR) ・全体と硬度の相関図

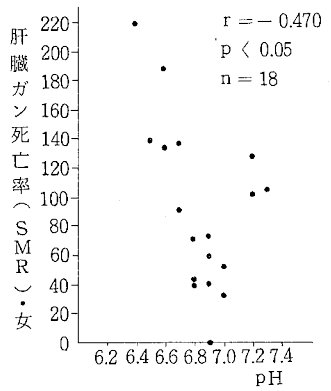


図6 肝臓ガン死亡率 (SMR) ・女とpHの相関図

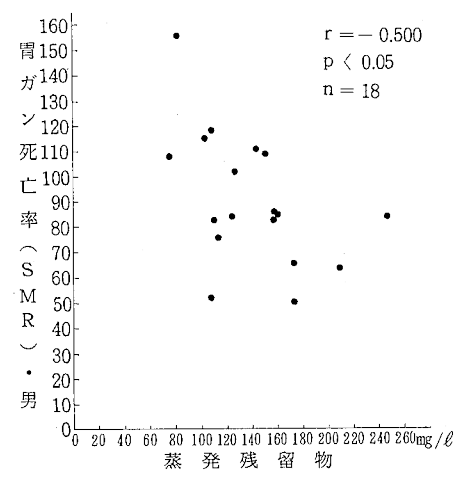


図4 胃ガン死亡率 (SMR) ・男と蒸発残留物の相関図

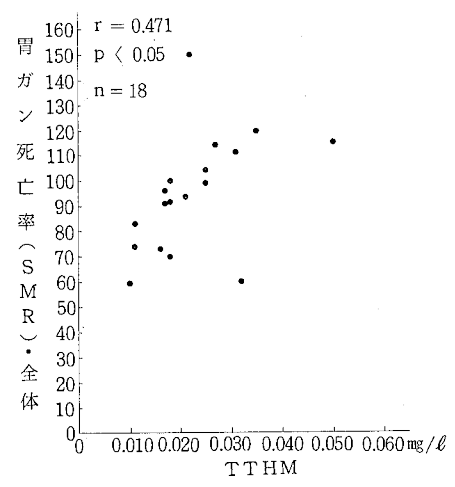


図7 胃ガン死亡率 (SMR) ・全体とTTHMの相関図

3. 水道水源とガン死亡率との相関性

1. 調査及び解析結果のところまで考察した様に, TTHM濃度は地下水のみを水源とする町の水道水質では低く, 地表水のみを水源とする町の水道水質ではより高濃度である¹⁴⁾

そこで図7において, 地表水のみを水源とする7町(以下, 地表水群と記す)と, 地下水のみを水源とする5町(以下, 地下水群と記す)の分布をみた結果を図8に示す。

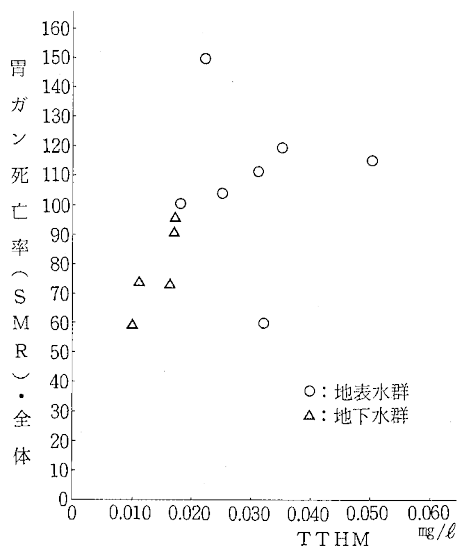


図8 地表水群と地下水群の分布

地表水群7町のうち6町は, 胃ガン死亡率(全体)のSMRが100以上であり, 地下水群5町はすべてSMRが100を下回っている。

そこで水道水質7項目および消化器系ガン5部位について, 地表水群(7町)と地下水群(5町)の水質分析値及びガン死亡率(SMR)のt検定を行った結果を, 各々表5, 6に示す。

表5 水道水質分析値のt検定

水質項目	t-値
NO ₃ +NO ₂ -N	6.27**
Cl ⁻	1.70
KMnO ₄ 消費量	0.33
硬度	4.07**
蒸発残留物	3.97**
pH値	3.85**
TTHM	3.81**

** : P < 0.01

表6 部位別ガン死亡率(SMR)のt検定

ガン部位	性別	t-値
胃 ガン	男	2.34*
	女	1.56
	全体	2.23*
肝 臓 ガン	男	0.43
	女	1.42
	全体	0.97
膵 臓 ガン	全体	1.10
直腸・結腸・肛門ガン	全体	1.08
食 道 ガン	全体	0.32

* : P < 0.05

NO₃+NO₂-N, 硬度, 蒸発残留物, pH値, TTHMの水質項目については, 地表水群と地下水群の間に1%の危険率で有意な差があった。ガン部位においては, 胃ガンの男性と全体のSMRについて, 両群の間に5%の危険率で有意差があった。胃ガンの女性および肝臓ガン, 膵臓ガン, 直腸・結腸・肛門ガン, 食道ガンについては地表水群, 地下水群の間に有意差が認められなかった。

これら表5, 6と表4とを考え合わせると, 胃ガンにおいては, 地表水群と地下水群のちがいが死亡率SMRとの間に相関関係をもたらしていることが考えられる。

一方最近の研究発表によると,^{15), 16)} 発ガン性と高い相関性を示す変異原性が, 河川水などを原水とする水道浄水において検出されており, 水道水中の変異原性との相関性についても考察する必要があると考えられる。水道浄水においてAmesテストによる変異原性を示す化学物質は水道水中の酢酸, アセトン, アセトニトリルのハロゲン化合物や抱水クロラールなどの不揮発性有機ハロゲン化合物あるいは全有機ハロゲン化合物(Tox)が考えられており, 河川表流水(地表水)を原水とする水道水に多く生成する様である。

今後, 香川県における水道浄水中の不揮発性有機ハロゲン化合物の濃度を明らかにする必要がある。

肝臓ガンの女性においては, 地表水群と地下水群の間に有意な差が認められなかった。

IV 結 論

水道浄水水質と消化器系ガン(胃, 肝臓, 膵臓, 直腸・結腸・肛門, 食道)との相関性について, 昭和53~57年までの5年間のガン死亡率(SMR)を用い, 同一水源により, 昭和40年前半以前から長期間に渡り給水されている18町を対象にして疫学調査および解析を行った。

1. 水道水質と有意な相関性が認められたのは, TTHMと胃ガン(全体)との間に正の相関性, 硬度と胃ガン(男および全体)との間に負の相関性, 蒸発残留物

と胃ガン(男)との間に負の相関性, また pH 値と胃ガン(男)との間の正の相関性であった。一方, $\text{NO}_3 + \text{NO}_2 - \text{N}$ と肝臓ガン(女)の間に正の相関性が, pH 値と肝臓ガン(女)の間に負の相関性があった。

2. 膵臓ガン(全体), 直腸・結腸・肛門ガン(全体), 食道ガン(全体)と水質分析値の間には, 有意な相関性は認められなかった。

3. 水道水源(地表水群及び地下水群)の違いによって有意差が認められたガンの部位は, 胃ガンの男および全体で, また水質項目で2群の間に有意差が認められたのは, $\text{NO}_3 + \text{NO}_2 - \text{N}$, 硬度, 蒸発残留物, pH 値, TTHMであった。この結果は, 水道水質と胃ガンの間の相関性とよく一致していた。

このことから, 地表水群と地下水群において水道浄水中の変異原性の強さの違いをもたらしている不揮発性有機ハロゲン化合物の含有量について調査することが必要であると考えられる。

今回, 5年間の死亡率について検討したが, さらに正確な関連性を結論づけるために, 今後長期間に渡って観察し, 解析して行きたい。

文 献

- 1) 香川県統計調査課編: 香川県統計要覧(1987)。
- 2) 山本幹夫編: エッセンシャル衛生・公衆衛生学, 325~334, (1984)。

- 3) 浅野 茂他: 宮城県におけるガン死亡率と水道水等の環境要因との関係における統計的解析, 宮城県保健環境センター, 1, 81~97(1983)。
- 4) 丹保憲仁: 水道とトリハロメタン, 1~48, 技報堂出版(1983)。
- 5) 香川県: 衛生統計年報, 昭和53年~57年。
- 6) 総理府統計局: 国勢調査報告, 昭和55年。
- 7) 厚生省統計情報部: 人口動態統計。
- 8) 福富和夫: 死亡指標の意味と性格, 日本公衛誌, 31(7), 289~295(1984)。
- 9) 石館守三編: 生活環境と発ガン, 1~92, 朝倉書店(1979)。
- 10) 全米科学アカデミー, 厚生省公衆衛生局栄養課監訳: がん予防と食生活, (社)日本栄養食品協会(1983)。
- 11) 小島俊男, 他: 香川の水(第6報)水道水中のトリハロメタン濃度の季節変動について, 香川衛研所報, 10, 110~131(1981)。
- 12) 香川県: 香川の水(昭和57年)。
- 13) 香川県環境衛生課: 水道事業の計画現況(昭和57年)。
- 14) 小島俊男, 他: 香川の水(第3報)水道水中のトリハロメタンについて, 香川衛研所報, 8, 63~68(1979)。
- 15) 川井郁彦, 他: フミン質のハロゲン処理により生成する有機ハロゲン化合物の変異原性についての研究, 日本環境変異原学会第12回大会講演要旨集, 94(1983)。
- 16) 大月孝之, 他: 東京都における水道水の変異原性, 日本環境変異原学会第16回大会要旨集, 38(1987)。
- 17) 鶴川昌弘, 他: 塩素処理により生成する有機ハロゲン化合物の分析, 第24回全国衛生化学技術協議会年会講演集 112~113(1987)。