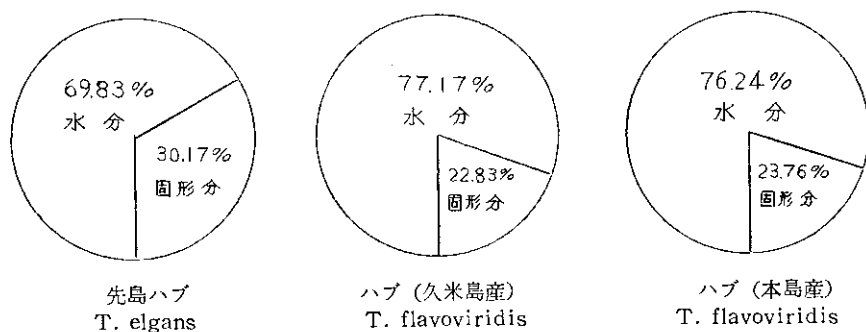


図表Ⅲ



沖縄の水質に関する研究

化学部

饒平名光雄

内 容	
(1) 緒言	(4) 考察
(2) 試験方法	(5) 結言
(3) 統計分析	文 献
1961年3月10日提出	

(1) 緒 言

(1) 概要：筆者等は琉球衛生研究所に於いて沖縄各地の給水源並びに一般飲料水の水質検査を行つてゐるが、これまでの結果によると水源の不足と使用水量の増加に伴つて、飲料水を水質の悪い給水源に求める傾向にある。即ち最近各地で簡易水道が普及するようになったが、水量のみに頼り水質上の問題を軽視しがらである。このような傾向は保健衛生上大いに憂慮されるべきであり、今後良質の水源の確保、及び水質保全の問題等、衛生的対策の樹立が急務である。かゝる意味に於いて、沖縄各地の給水源の水質が如何なるものであるかを知つておくことは重要であるので、筆者がこれまで得た水質資料中、主として化学的試験成績を統計分析し、更に日本全国主要河川との水質比較を試みた。その結果を報告する。

(2) 水質資料に就いて：1958～1960年に於ける沖縄各地の水質検査例総数1296件中、河川、湧泉、普通井戸及び打込井戸の4種別の簡易水道又は一般飲料用原水試験例 383件を選定してこれを沖縄本島に於ける水質の標本資料とした。

又日本科学技術庁資源調査会のまとめた1956年の日本全国主要河川の水質分析結果を日本に於ける水質の標本資料とし、これを筆者が統計分析した。

(3) 試験項目に就いて：水質試験項目の中から汚染又は

地質に関連する項目、即ち水素イオン濃度、アンモニア性及亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、塩素イオン、K-MnO₄消費量、硬度、鉄、一般細菌数の9項目を採用した。但し普通井水、打込井水の一般細菌試験例、河川水、湧泉水の鉄の定量試験例は少ないので、この二項目をそれぞれの種別から省略した。

Table 1に記した汚染を疑わせる窒素とはアンモニア性窒素と亜硝酸性窒素が同時に検出されるか又は硝酸性窒素の10ppm以上の場合を意味する。

(2) 試験方法

水質基準に関する省令（厚生省令第28号）の定める適否基準並に試験法を適用し、飲料水検査指針（衛生検査指針IV）を参考にした。

(3) 統計分析

(1) 検査件数及び基準への適否状況（Table 1に示す）
沖縄本島に於ける1958～1960年の河川水の検査例は北部に最も多く計52件で、基準への不適率（以下単に不適率と呼ぶ）は28.8%、汚染を疑わせるような窒素の検出率（以下単に検出率と呼ぶ）は7.7%、日本河川水は76件で、不適率26.3%、検出率11.3%となつてゐる。

1958～1960年の湧泉水の検査例は中、南部に多く、離島も含めて計83件、不適率37.4%、検出率13.3%である。

Table 1 日本の主要河川及び沖縄各地域種別水質の状況 () は年度

種別	区域	検査件数	不適件数	適件数	汚染を疑わせる窒素の検出件数	不適率 (%)	検出率 (%)
河川水 (58-60)	南部	6	2	4	1		
	中部	5	2	3	1		
	北部	41	11	30	2		
	計	52	15	37	4	28.8	7.7
河川水 (日本)	全国	76	20	56	9	26.3	11.3
湧泉水 (58-60)	南部	31	19	12	8		
	中部	27	10	17	1		
	北部	23	1	22	1		
	離島	2	1	1	1		
	計	83	31	52	11	37.4	13.3
普通井水 (60)	南部	94	90	4	56		
	中部	28	24	4	10		
	北部	16	12	4	2		
	離島	14	11	3	8		
	計	152	137	15	76	90.1	50.0
打込井水 (59-60)	南部	79	79	0	42		
	中部	10	10	0	3		
	北部	5	2	3	0		
	離島	2	2	0	1		
	計	96	93	3	46	96.6	46.6

1960年の普通井戸水（以下単に井水と呼ぶ）の検査例は南部に集中し、離島も含めて計152件、不適率が90.1%、検出率は50.0%である。

打込井戸水（以下単に打込井水と呼ぶ）の1959～1960年の検査例はこれも中南部に集中し計96件、不適率96.6%、検出率46.6%である。

以上不適率の最も高いのは打込井水で低いものは日本河川水、又検出率の最も高いものは井水で、低いものは河川水となっている。

(2) 項目別測定値の統計分析 (Table 2に示す)

測定値の度数 (n)、平均値 (\bar{x})、標準偏差 (σ)、標準誤差 (σ/\bar{x})、分布範囲、分布型を整理してまとめたのがTable 2である。

打込井水の塩素イオン、KMnO₄消費量、井水及び打込井水のFe、河川水及び湧泉水の一般細菌数は $\bar{x} < \sigma$ でこれらの分布型は例外なく皆J字型である。

又、日本河川水及び井水の塩素イオン、日本河川

水、河川水、湧泉水及び井水のKMnO₄消費量、河川水及び打込井水の硬度は $\sigma < \bar{x} < 2\sigma$ で分布型は非対称型又はM字型である。

Table 2 各種別毎測定項目の統計解析表

項目	種 別	n	\bar{x}	σ	$\sigma\bar{x}$	Range	Type
水素イオン濃度	河川(日)	68	6.991	0.337	0.041	5.8 — 7.7	正規型
	河 川	52	7.209	0.436	0.059	6.0 — 8.7	〃
	湧 泉	85	7.316	0.396	0.043	6.0 — 8.2	〃
	普通井戸	151	7.236	0.324	0.026	5.7 — 8.3	〃
	打込井戸	96	7.683	0.588	0.060	6.5 — 8.7	M字型
塩素イオン	河川(日)	72	9.167	8.994	1.059	1.1— 76.8	非対称型
	河 川	52	41.923	16.989	2.330	21.1— 127.3	正規型
	湧 泉	85	57.058	25.604	2.777	13.6— 132.0	〃
	普通井戸	152	113.802	75.930	6.133	30.0— 419.9	非対称型
	打込井戸	96	227.083	338.784	34.569	25.9—1685.8	J字型
過マンガン酸カリ消費量	河川(日)	72	6.208	5.280	0.622	0.79— 28.23	非対称型
	河 川	52	3.392	2.292	0.314	0 — 8.70	M字型
	湧 泉	84	2.907	1.912	0.208	0.32— 7.80	非対型
	普通井戸	148	3.725	4.272	0.351	0 — 25.80	〃
	打込井戸	97	11.433	19.755	2.005	0.32— 97.50	J字型
総硬度	河川(日)	62	31.774	16.340	2.075	0.5— 80.5	正規型
	河 川	52	77.692	69.286	9.503	10.9— 345.0	M字型
	湧 泉	83	193.337	66.098	7.255	14.8— 360.0	正規型
	普通井戸	153	306.000	119.955	9.704	49.9— 625.0	〃
	打込井戸	96	222.083	181.080	18.477	14.1— 975.0	M字型
鉄	普通井戸	113	0.318	0.722	0.068	0 — 4.5	J字型
	打込井戸	54	0.811	1.077	0.147	0 — 4.8	〃
一般細菌数	河川(日)	64	262.121	401.972	50.247	0 — 1,800	J字型
	河 川	38	165.789	214.546	34.806	0 — 1,100	〃
	湧 泉	68	205.882	293.777	34.414	0 — 1,100	〃

(6) 水質の項目別分布状態 (Fig 1~10に示す)

(a) 水素イオン濃度 : Fig 1,2に示す如く、日本河川水は $\bar{x}=7.0$ ($\sigma\bar{x}=0.04$)、河川水は $\bar{x}=7.2$ ($\sigma\bar{x}=0.06$)、井水は $\bar{x}=7.2$ ($\sigma\bar{x}=0.03$)、湧泉水は $\bar{x}=7.3$ ($\sigma\bar{x}=0.04$)でそれぞれ正規型分布をしているが打込井水のみは $\bar{x}=7.7$ ($\sigma\bar{x}=0.06$)で7.0~7.5、8.0~8.5の2集団よりなるM字型分布である。

Fig 1 水素イオン濃度

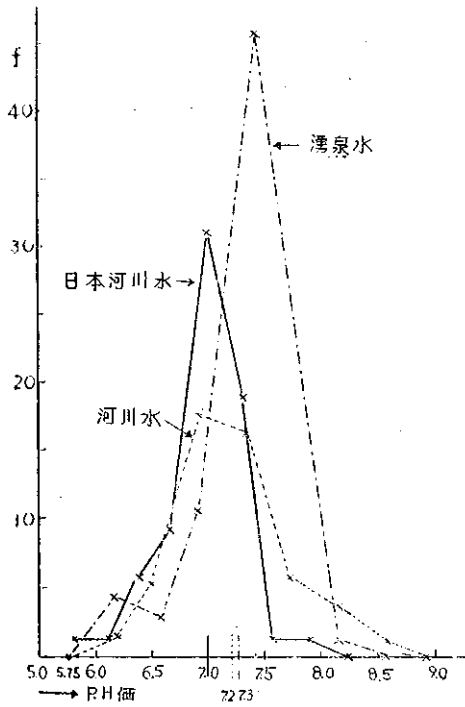
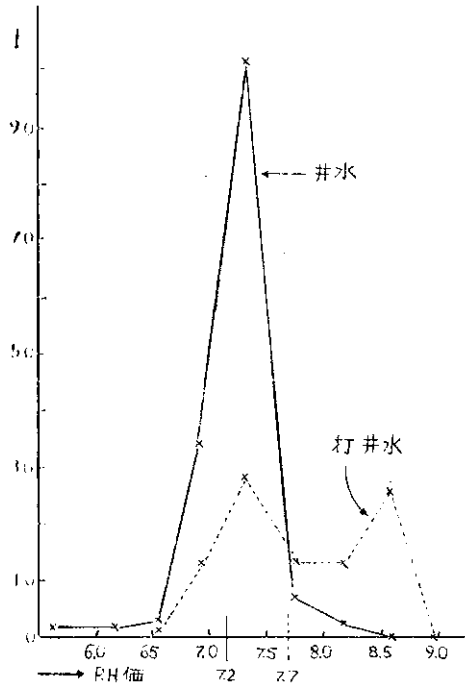


Fig 2 水素イオン濃度



(b) 塩素イオン：河川水は $\bar{x}=41.9$ ($\sigma\bar{x}=2.93$)、湧泉水は $\bar{x}=57.1$ ($\sigma\bar{x}=2.78$)でFig 3に示すように共に正規型に分布しているが、日本河水の場合、例外的値76.8を有するために $\bar{x}=9.2$ ($\sigma\bar{x}=1.06$)で、非

対称型に分布している。又Fig4に於いては井水が $\bar{x}=113.8$ ($\sigma\bar{x}=6.18$)でこれも非対称型分布をなし、打込井水の場合は、 $\bar{x}=227.6$ ($\sigma\bar{x}=94.57$)で分布範囲がかなり広く、度数の集中が一方に偏したJ字型分布を成している。

Fig 3 塩素イオン量

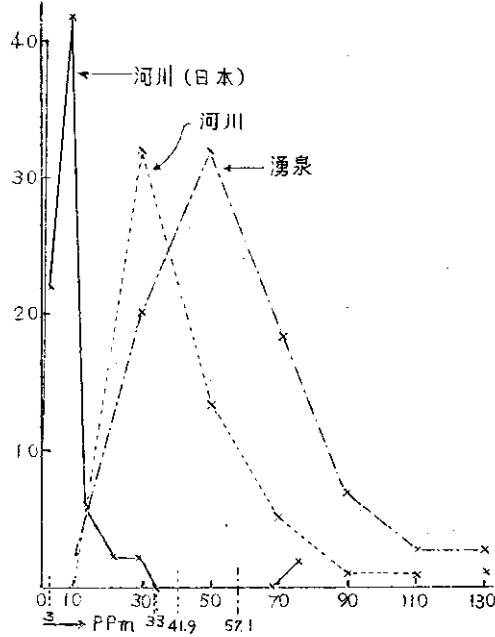


Fig 4 塩素イオン

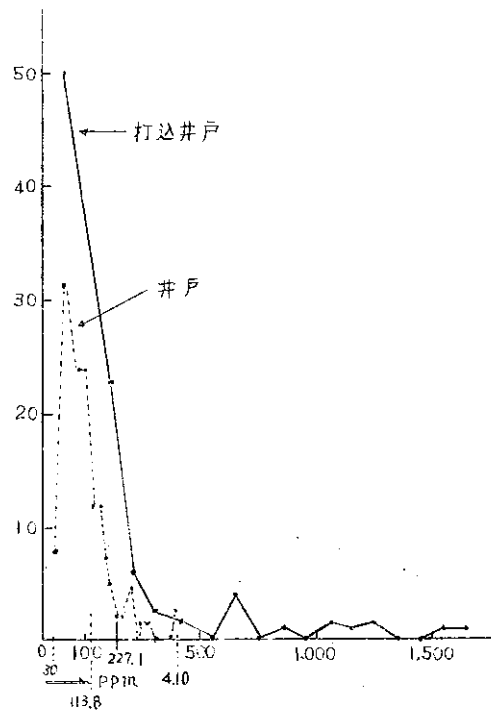


Fig 5 KMnO₄ 消費量

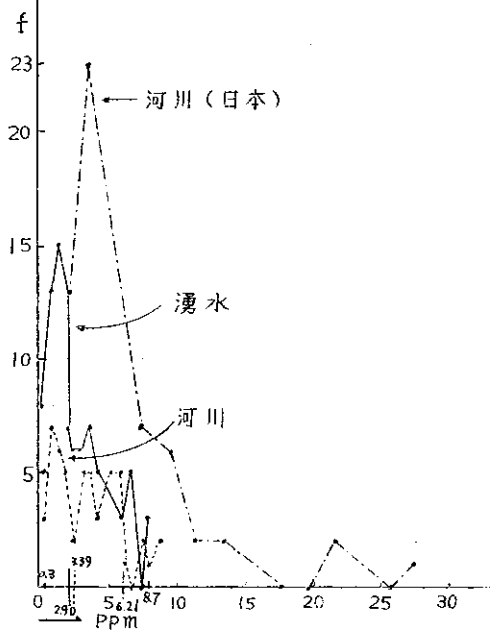
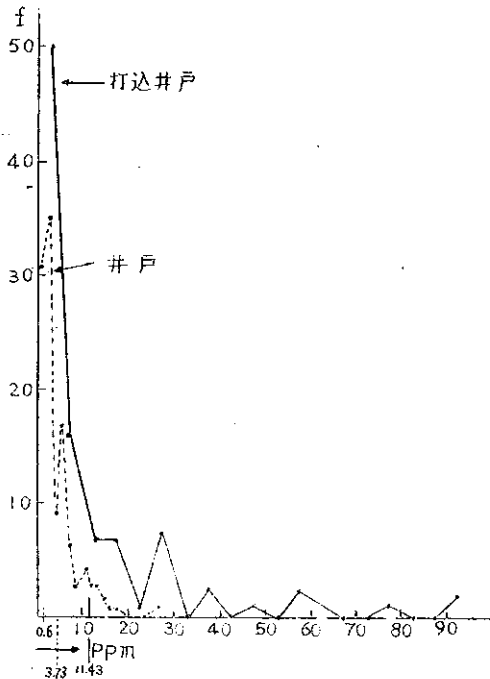


Fig 6 KMnO₄ 消費量

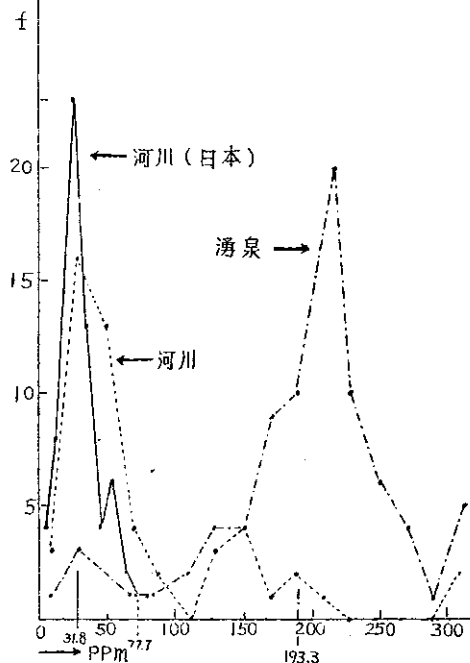


(c) KMnO₄ 消費量 : Fig 5 に示す如く、日本河川水は $\bar{x}=6.21$ ($\sigma\bar{x}=0.662$)、湧泉水は $\bar{x}=2.91$ ($\sigma\bar{x}=0.208$) で共に非対称型分布であるが、河川水は狭い分布範囲で、 $\bar{x}=3.39$ ($\sigma\bar{x}=0.814$) の複雑なM字型分布をなしている。Fig 6 に於いては打込井水が広い分布範囲を有し、 $\bar{x}=11.34$ ($\sigma\bar{x}=2.005$) のJ字型分

布、井水は $\bar{x}=3.73$ ($\sigma\bar{x}=0.351$) の非対称型に分布している。

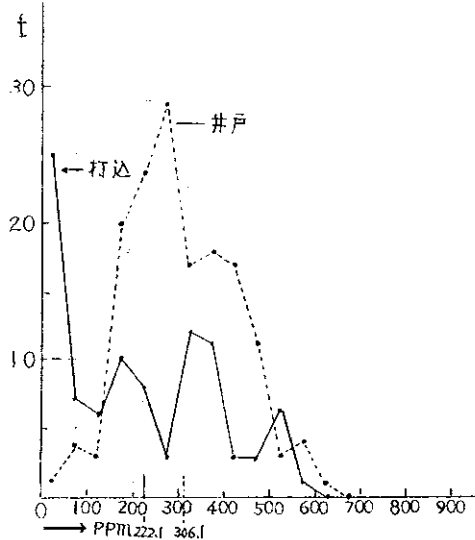
(d) 硬度 : Fig 7 にみるように、日本河川水は $\bar{x}=91.8$ ($\sigma\bar{x}=2.08$)、湧泉水は $\bar{x}=193.3$ ($\sigma\bar{x}=7.26$) で共に正規型に分布し、河川水は 100 附近を境界にした 2 集団からなる $\bar{x}=77.7$ ($\sigma\bar{x}=9.50$) の M 字型に分布している。

Fig 7 硬 度



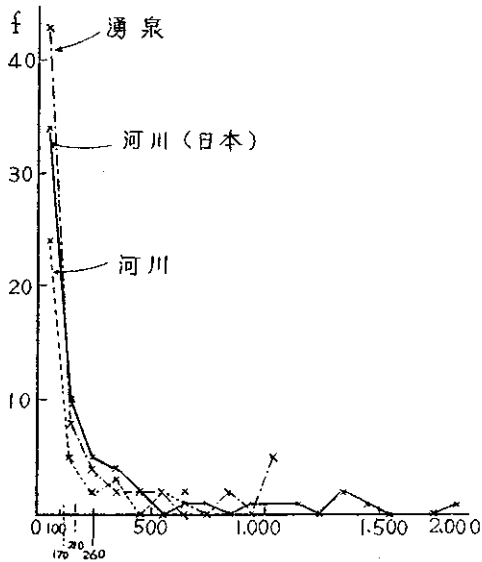
又 Fig 8 では井水が $\bar{x}=306.0$ ($\sigma\bar{x}=9.70$) で正規型分布しているが、打込井水は変異値 975.0 を有し、 $\bar{x}=222.1$ ($\sigma\bar{x}=18.48$) の複雑な M 字型に分布している。

Fig 8 硬 度



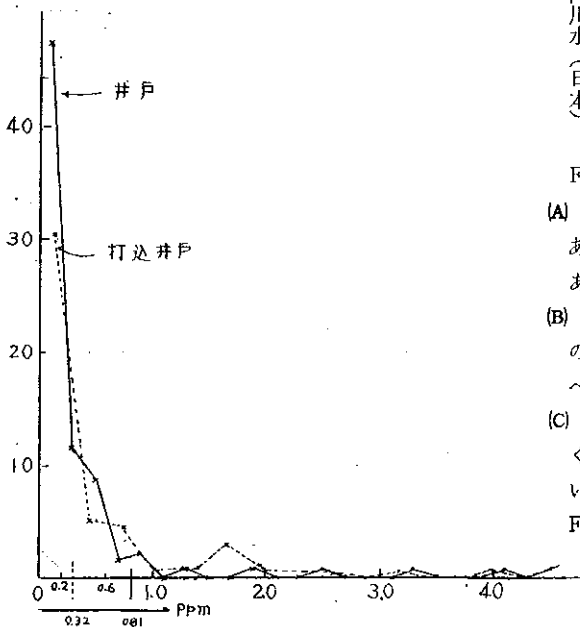
(e) 一般細菌数：Fig 9 にみる如く、日本河川水は $\bar{x}=260$ ($\sigma\bar{x}=50$)、河川水は $\bar{x}=170$ ($\sigma\bar{x}=95$)、湧泉水は $\bar{x}=210$ ($\sigma\bar{x}=94$) で、分布型は共に一致して分布範囲のかなり広い、度数が一方に偏した J 字型を成している。

Fig 9 一般細菌数



(f) Fe：Fig. 10にみるように、Fig. 9の一般細菌数の場合と同じ分布型で、井水は $\bar{x}=0.92$ ($\sigma\bar{x}=0.068$) 打込井水は $\bar{x}=0.81$ ($\sigma\bar{x}=0.147$) の共に J 字型に分布している。

Fig 10 Fe 含有量



(4) 各種別の水質平均値と基準値との比較 (Fig. 11、12に示す)

Fig 11 各種別水中の物質の平均含有量の比較図

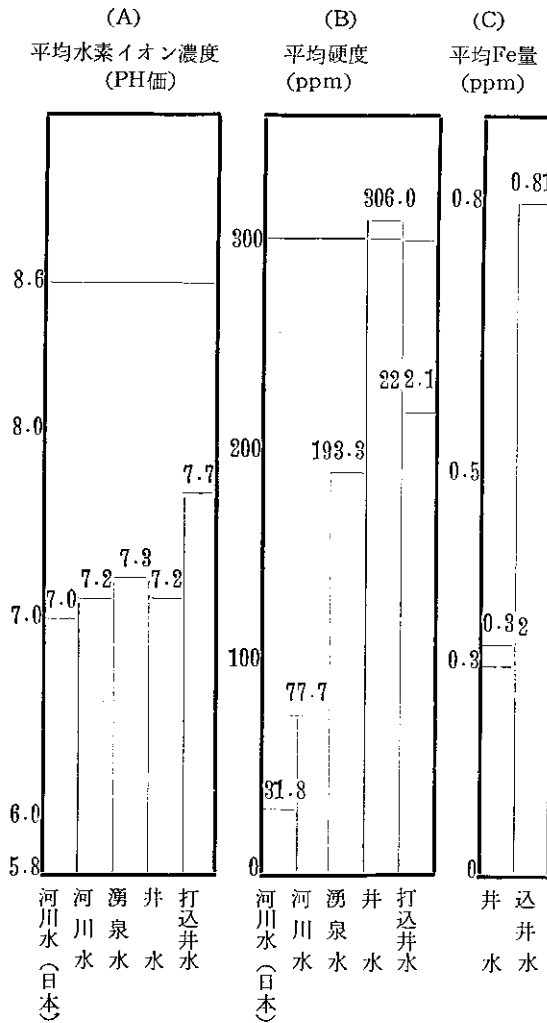
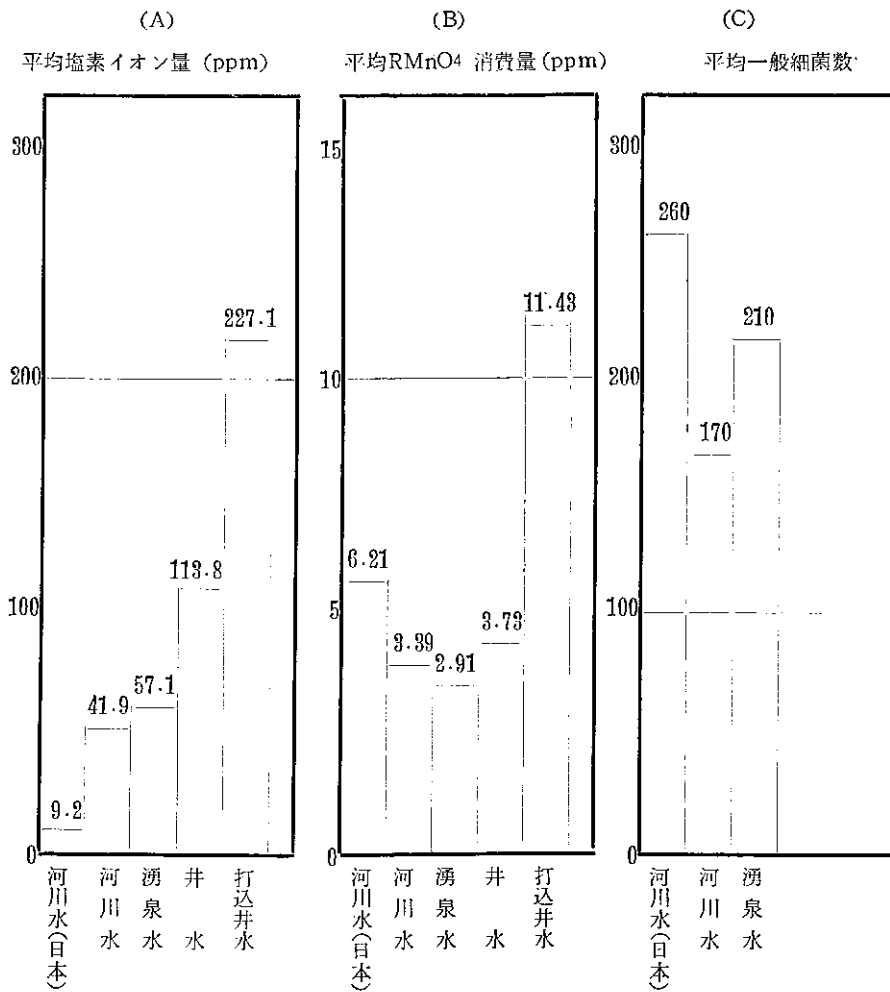


Fig. 11 に於いて、

- (A) 水素イオン濃度は各種共基準値の範囲5.8~8.6内にあるが、打込井水のpH値は7.7でかなりアルカリ性である。
- (B) 硬度は井水が基準値 300をこえて非常に高いが、その他は異常はない。沖縄の水の硬度は日本河川水に比べて、はるかに高い。
- (C) 井水、打込井水共に Fe は基準値 0.30をこえ、とくに打込井水の場合はその約 2.5倍も高い値を示している。

Fig 12 に於いて

Fig 12 各種別水中の物質の平均含有量比較図



(A) 塩素イオンは打込井水が基準値 200をはるかにこえて高い値を示し、その他は異常はないが、沖縄の水の塩素イオンは日本河川水に比べて、かなり高い値を示している。

(B) KMnO₄消費量は打込井水に於いて異常な値を示し基準値10を越えている。日本河川水もやや高い。

(C) 一般細菌数は日本河川水、河川水、湧泉水共に大きく、基準値 100をはるかに越え、その中、日本河川水はとくに大きく、基準値の 3倍弱である。

(4) 考 察

(1) 河川及び湧泉水の水質に就いて

検出率、塩素イオン、KMnO₄消費量、一般細菌数の平均値は共に湧泉水の方が河川水より高いのは一般に河川水よりも湧泉水の方が汚染されていることを示す。

又硬度は湧泉水が高く、Fig 7 にみられるように湧泉水、河川水のそれぞれの分布範囲に於いて、交互

に両者共に例外的な山をもっているのは、湧水期で水量の少ない時期に於いては湧泉水の流れが河川水となり、多雨時の水量豊富な時期に於いては湧泉水も河川の水質に近似するものと考えられる。塩素イオンは両者には大差なく、正規型分布であることは、塩素イオンが水の常成分であることを示し、日本河川水の塩素イオンに比べると4倍も高い。このことは沖縄の水源が一般に海岸線に近く、海水の影響によるものと思われる。次に、河川水と湧泉水の一般細菌数は日本も沖縄も同じ傾向を示し、少ない例が多いが、1,000以上の値を示す例もあり、異常分布を示している。又細菌数が基準値以上になる傾向が多分にあると思われる。

(2) 普通井戸及び打込井戸の水質について

両者共汚染の傾向が大である。打込井水のKMnO₄消費量、Fe含有量が可成り高いのは地質と深い関係があると思われる。即ち、地層に含まれている化石生物中の有機質や、琉球石灰岩、島尻層に含有されているFeなどの水中への溶出が原因であると思われる。

又普通井水と打込井水の Fe 含有量を比較検討してみると、後者は前者の2倍以上を示しており、これは浅井戸の場合、大気との接触により Fe が酵化されて難溶性の鉄塩を沈澱し、水中から或る程度除去されるが、打込井戸の場合は大気との接触機会が殆んどなく、水中に溶存する炭酸ガスとの作用も加わつて可溶性塩になつているため、Fe の溶存量が高くなると思われる。次に、打込井水の硬度が複雑な分布状態を示しているが、これは地質及び井戸の深度によつて、硬度の相違が著しいためである。

又、普通井水の硬度は平均 306ppm で正規型分布であることから、沖縄の井戸は一般に硬度が高いと云える。

(5) 結 言

- (1) 水質の統計的分析を行い、沖縄と日本の水質に就いて比較検討を行った。
- (2) 河川水、湧泉水は水道水源として良好であるが、汚染の傾向もあるので、有効適切な水質管理が必要である。
- (3) 普通井水、打込井水の常用は危険であり渇水期に飲用として補給する場合は煮沸か塩素処理を励行する必要がある。
- (4) 水質汚染の疑いのある井戸が50%もあり、今後汚染

防止対策が肝要である。

- (5) 本研究に於いて沖縄の水質の標準を定める筈であったが、試験項目の省略があり、又測定値の標準偏差及び標準誤差が可成り大きいため、適正を欠くおそれがあるので、今後の研究に待つことにした。

以上の報告に於いて、試験施設並に試験操作の不備のため、試験項目を多少省略せざるを得なかつたことを特におことわりし、併せて諸家の御叱正をいただきたい。

文 献

- 1) 厚生省水道課：水質基準の検査方法注解 1~7、(1959)
- 2) 厚生省：衛生検査指針 (IV)、49、(1950)
- 3) 広瀬孝六郎：水と共に30年、47~134、(1960)
- 4) 山口三郎：水協誌、No 314、58~64、(1960)
- 5) 田代豊、外：水協誌 No 308、33~38、(1960)
- 6) 岡崎良明：公衆衛生年報 No 2、49、(1954)
- 7) 三宅泰雄、外：降水の化学、30、(1957)
- 8) 森田優三：統計概論、58~60、206、(1956)
- 9) 科学技術庁資源調査会：わが国の工業用水 (1956)
- 10) 照屋堅竹、外：島尻郡誌、17~21、(1960)
- 11) 琉球政府経済局：琉球郡島の地形、地質及鉱床、P、10、63~65、(1954)

沖縄本島における蚊族分布状況について

琉球衛生研究所

城 間 盛 吉

緒 言

沖縄本島は地理的緯度からみて亜熱帯に属している。このため年間平均気温は22°C、年間平均湿度は79%、年間平均降水量は178.5mmであり高温多湿 雨量多く自然環境は蚊の繁殖に適している。蚊は病原媒介動物として有害な動物であり特に沖縄に於いては広く浸淫している——フィラリア及び、現在でも一部の地域に発生しているマラリア、その他日本脳炎と疫学的に関係深いのでこれまでに琉球、日本及び米国の学者諸先輩が調査を行つており、琉球全体としては11属48種が報告され、沖縄本島からは8属34種が報告されている。沖縄本島の病原媒介蚊について私は地域的分布及び種類を調査したので、西郷博士の調査(1940)と比較して報告する。

調 査 方 法

沖縄本島北部地区、中部地区、南部地区、コザ、石川市、外31ヶ町村の人家周辺の水田、池、沼、水溜、河等よりボーフラを採集し幼虫及び孵化したものについて鑑

別した。

調 査 期 間

1960年4月~7月に亘る4ヶ月間。

調 査 結 果

沖縄本島に於ける蚊族の分布状況

沖縄本島に於ける調査成績は4属8種で第一の如き結果を得た。

総数5258匹中ネツタイエカ (57.1%)、コガタアカイエカ (23.9%)、シナハマダラカ (8.1%)、アシマダラヌマカ (2.3%)、トウゴウヤブカ (2.0%)、ヒトスジシマカ (3.9%)、オウクロヤブカ (1.7%)、トラフカクイカ (0.8%) になつている。フィラリアの媒介蚊であるネツタイエカが多数発生していることは注目に値する。

沖縄本島北部地区に於ける蚊族分布及び種別

沖縄北部地区に於ける調査結果は4属7種で第二表のと