琉球大学学術リポジトリ

# 沖縄本島北部河川水の化学的研究及び流出量



| メタデータ | 言語:<br>出版者: 琉球大学理工学部<br>公開日: 2012-04-13<br>キーワード (Ja):<br>キーワード (En):<br>作成者: 渡久山, 章, 下地, 寛, Tokuyama, Akira, Shimozi, Hiroshi<br>メールアドレス:<br>所属: |
|---|---|
| URL | http://hdl.handle.net/20.500.12000/24079 |

# 沖縄本島北部河川水の化学的研究及び流出量

渡久山 章* 下地 寛*

# Chemical Study on river Water and flux of it in Northern OKINAWA HONTŌ

Akira TOKUYAMA and Hiroshi SHIMOZI

**Summary**

What are the natural states in OKINAWA HONTŌ? A part of the authors' purposes is to get knowledge about them, which may be achieved by knowing the chemical composition of river water and considering the origin of dissolved chemical species.

The region where the natural states are preserved best in the OKINAWA HONTŌ is the northern side. We collected sixty four water samples from the rivers scattered around the north region of NAGO. Samples were collected from 3rd to 6th of May in 1977.

The following results were obtained.

(1) The total concentration of dissolved chemical species on an average is 120 to 130 ppm at normal flux.

(2) Sixty per cent of these may be supplied from the land.

(3) The per cent of alkalinity, $SiO_2$, $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$, $K^+$, $SO_4^{2-}$ and $Na^+$ which might be supplied from the land are calculated to be 100, 100, 94, 50, 50, 50 and 20 respectively.

(4) The maximum quantity dissolved from the OKINAWA HONTŌ were estimated to be less than 3.6 hundred thousound tons per year.

(5) The chloride ions concentration was reduced with increasing the distance from the sea.

(6) When rock and soil contact with water, the behavior of dissolved chemical species was complex. For example, the relationship between excess $Ca^{2+}+Mg^{2+}$ and alkalinity was linear but $SiO_2$ had no any relationship with other species.

(7) The river waters which originate in NISHIME DAKE, TERUKUBI YAMA, YONAHA DAKE and IYU DAKE are the

受付日：1978年4月27日

*琉球大学理工学部化学科

softest and the effect of sea water on them is the least in OKINAWA HONTŌ. The flux of these rivers is large compared to the other rivers of OKINAWA HONTŌ.

## 1. まえがき

沖縄の自然の自然状態とはどんな状態でありその状態はどのようなからくりに基づいてそうなっているのだろうか。この問題を明らかにすることが著者等の大きな目的である。

沖縄の自然が自然のまま残されているのは沖縄本島では北部の山岳地域であろう。この地域における河川水を化学的に調査することによって著者らは彼等の目的のいく分かを果たすことができるのではないかと考えている。

これまでも沖縄本島北部の河川水についての化学的研究はいくらかなされてきた。C. C. Cameron (1958) らは水資源開発のため調査を行ないその中で北部河川水の硬度についてもふれ，$CaCO_3$硬度が20～50ppmであることを述べた。兼島 (1965) は沖縄の河川や地下水の水質を知るため沖縄の広い地域にわたって河川水や地下水を採集し化学分析を行なった。その結果沖縄本島の北部河川水の化学組成についてもその概要を知ることができるようになった。脇坂ら (1967) は轟の滝と許田手水の二ケ所について化学分析を行なった。小西ら (1967) は水資源開発調査を行ないその中で北部河川水の水質についても大まかな報告をしている。西島ら (1974) は河川の概要をまとめた中で水質についても今までの報文を大まかにまとめた。

このようにいくつかの報告がなされてきているが著者等の関心ある化学種が分析されてなかったり著者等の関心を満たすのには試料数が少なかったり分析精度が十分でなかったりという問題点がある。著者らは1977年5月3日～6日までの4日間で64個の試料を採集し化学分析を行なった。特に今回は溶存化学種の存在量を正しく知りそれらの分布状態をつかみ，それらの起源を考え，岩石や土壌から化学種が溶出されるときの化学種間の関係を考えることなどに注目した。さらに著者らは沖縄では毎年のようにくり返される断水問題にも大きな関心をもっている。それで簡単な方法であるが河川水の流量をも測定した。

## 2. 試料と分析方法

試料採集の際は人間活動による影響がない所から採るように心がけた。それでも後で述べるようによどんだり人間活動の影響を受けいく分にごったりしているために現場で直接には飲用できないような試料も数本入っている。その他の試料はいわゆる清流から採ったすぐに飲用できる水であった。

試料は1ℓのポリビンに採水し現場で水温を測定し実験室へもち帰ってから分析を行なった。

分析方法

$Cl^-$ ：$K_2CrO_4$を指示薬とする$AgNO_3$滴定法

$SO_4^{2-}$：モリン錯体を用いる比色法と$BaSO_4$ として沈殿させる重量法，

アルカリ度：BCPを指示薬としてHCIによる滴定法

$Na^+$,$K^+$：原子吸光法

$Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$：滴定法と原子吸光法

$SiO_2$：モリブデン酸アンモニウムによる比色法

pH ：pHメーターで測定

図1に試料採集地点を示した。横にも縦にもできるだけ全地域にまたがるように採水を行なったが特に河川上流地域の試料については今回の調査でも未だ不十分である。

## 3. 結果と考察

表1に分析結果を示した。pHの測定は採水後かなりの時間たってから行なったため，ここにはpHの値を示さなかった。おそらく大部分の試料についてpHの値は7.0～7.5の間にあると思われる。

### 3－1 水温からわかること

水温をみると5月初旬の値は19～23℃の間にあることがわかる。数個の試料について水温が高い値を示すのがある。これらの試料はよどんでいたり畑地（木で被われてなく土は熱を受けて熱くなっている）の中を流量少なく流れていたりしていたもので前に述べた直接には飲用できない水である。Sample No. 6, 12, 19, 23, 42, がそうで河川水調査における水温測定の重要さを示している。

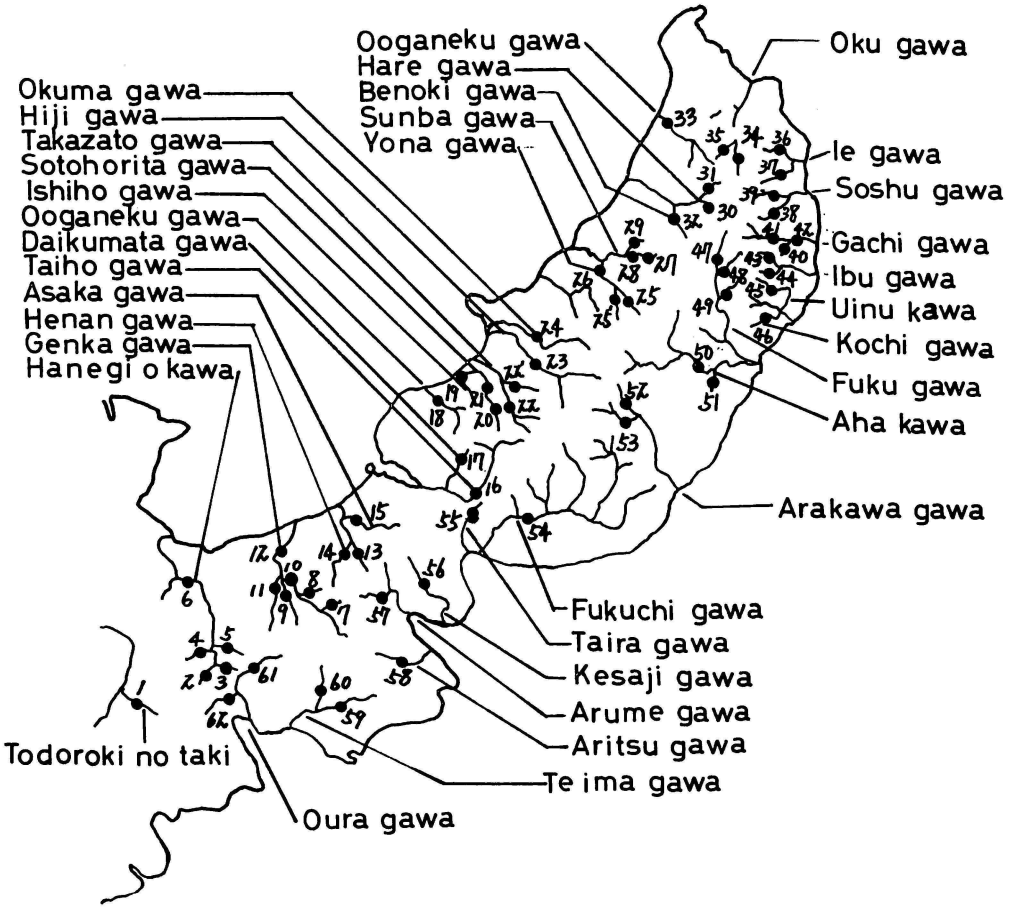


Fig. 1 Sampling points of river Waters

Table 1 Chemical composition of river water in northern OKINAWA HONTŌ

| Sample No. | River | Date | Water temperature (℃) | Atmospheric temperature (℃) | Conductivity (μv/cm) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1977 | | | |
| 1 | Todoroki no Taki | 5,3, 11 : 30 | | | 169 |
| 2 | Hanegi-o-kawa | 15 : 50 | 21.0 | 23.5 | 180 |
| 3 | 〃 | 16 : 10 | 20.5 | 23.1 | 169 |
| 4 | 〃 | 15 : 20 | 20.5 | 24.5 | 220 |
| 5 | 〃 | 14 : 30 | | | 168 |
| 6 | 〃 | 17 : 00 | 27.6 | 23.8 | 182 |
| 7 | Genka-gawa | 5,4, 11 : 00 | 20.5 | 23.9 | 110 |
| 8 | 〃 | 11 : 10 | | | 152 |
| 9 | 〃 | 9 : 45 | 20.5 | 24.0 | 180 |
| 10 | 〃 | 10 : 05 | 22.8 | 25.0 | 160 |
| 11 | 〃 | 11 : 25 | 21.5 | 27.8 | 141 |
| 12 | 〃 | 11 : 50 | 27.0 | 31.5 | 179 |
| 13 | Henan-gawa | 12 : 40 | 22.3 | 26.5 | 157 |
| 14 | 〃 | 13 : 00 | 21.2 | 26.0 | 188 |
| 15 | Asaka-gawa | 13 : 20 | 27.0 | 26.0 | 250 |
| 16 | Taiho-gawa | 5,5, 16 : 30 | 24.8 | 27.0 | 220 |
| 17 | Daikumata-gawa | 15 : 55 | 23.0 | 25.6 | 250 |
| 18 | Ooganeku-gawa | 5,3, 13 : 40 | 20.7 | 25.0 | 305 |
| 19 | Ishiho-gawa | 16 : 00 | 31.5 | 27.0 | 360 |
| 20 | Sotohorida-gawa | 15 : 20 | 23.6 | 25.6 | 189 |
| 21 | 〃 | 14 : 45 | 21.1 | 25.5 | 320 |
| 22 | Takazato-gawa | 16 : 45 | 20.8 | 24.6 | 152 |
| 22′ | 〃 | 16 : 20 | 22.9 | 25.3 | 250 |
| 23 | Higi-gawa | 17 : 40 | 25.0 | 24.2 | 140 |
| 24 | Okuma-gawa | 18 : 05 | 20.7 | 24.0 | 130 |
| 25 | Yona-gawa | 5,4, 9 : 30 | 19.4 | 22.7 | 133 |
| 25′ | 〃 | 10 : 05 | 22.0 | 23.0 | 142 |
| 26 | 〃 | 10 : 25 | 19.1 | 22.5 | 182 |
| 27 | Sunba-gawa | 5,5, 18 : 20 | | | 146 |
| 28 | 〃 | 5,4, 11 : 20 | 21.1 | 26.0 | 187 |
| 29 | 〃 | 11 : 00 | 19.6 | 25.0 | 137 |
| 30 | Harē-gawa | 13 : 45 | 20.1 | 23.8 | 120 |
| 31 | 〃 | 14 : 00 | 20.8 | 23.8 | 130 |
| 32 | Benoki-gawa | 14 : 30 | 19.5 | 22.8 | 146 |
| 33 | Ooganeku-gawa | 15 : 50 | 24.0 | 27.0 | 245 |
| 34 | Oku-gawa | 17 : 20 | 21.0 | | 159 |
| 35 | 〃 | 17 : 15 | 19.9 | 22.0 | 152 |
| 36 | Ie-gawa | 18 : 00 | 21.0 | 25.3 | 240 |
| 37 | 〃 | 18 : 10 | 22.1 | 25.3 | 220 |
| 38 | Soshu-gawa | 17 : 00 | 21.8 | 26.7 | 183 |
| 39 | 〃 | 17 : 25 | 21.5 | 28.0 | 240 |
| 40 | Gachi-gawa | 5,5, 10 : 40 | 21.5 | 26.8 | 169 |
| 41 | 〃 | 10 : 36 | 21.2 | 27.0 | 183 |
| 42 | 〃 | 10 : 25 | 26.0 | 28.0 | 174 |

| Sample No. | River | Date | Water temperature (℃) | Atmospheric Temperature (℃) | Conductivity (μυ/cm) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1977 | | | |
| 43 | Ibu-gawa | 5,5, 11：05 | 21.2 | 26.3 | 160 |
| 44 | | 11：20 | 21.0 | 28.0 | 160 |
| 45 | Uinu-gawa | 11：45 | 22.0 | 27.5 | 162 |
| 46 | Kochi-gawa | 13：40 | 24.5 | 27.0 | 210 |
| 47 | Fuku-gawa | 14：40 | 23.3 | 27.0 | 140 |
| 48 | 〃 | 14：45 | 20.3 | 27.0 | 114 |
| 49 | 〃 | 15：00 | 22.0 | 27.5 | 199 |
| 50 | Aha-gawa | 16：55 | 24.1 | 26.5 | 149 |
| 51 | 〃 | 17：20 | 23.3 | 26.5 | 210 |
| 52 | Arakawa-gawa | 11：20 | 20.5 | 28.5 | 160 |
| 53 | 〃 | 11：45 | 23.5 | 28.5 | 139 |
| 54 | Fukuchi-gawa | 13：30 | | | 136 |
| 55 | Taira-gawa | 14：50 | 20.8 | 26.0 | 171 |
| 56 | Kesagi-gawa | 5,6, 9：10 | 25.0 | 25.4 | 225 |
| 57 | Arume-gawa | 9：55 | 23.0 | 27.0 | 170 |
| 58 | Aritsu-gawa | 10：44 | 26.0 | 26.0 | 220 |
| 59 | Teima-gawa | 10：45 | 23.0 | 26.8 | 210 |
| 60 | 〃 | 10：10 | 22.5 | 24.0 | 190 |
| 61 | Oura-gawa | 12：55 | 22.5 | 26.8 | 145 |
| 62 | 〃 | 12：10 | 22.3 | 26.0 | 210 |

| Sample No. | $Cl^-$ (mg/l) | $SO_4^{2-}$ (mg/l) | Alkalinity (m-eq./l) | $Na^+$ (mg/l) | $K^+$ (mg/l) | $Ca^{2+}$ (mg/l) | $Mg^{2+}$ (mg/l) | $SiO_2$ (mg/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 26.6 | 9.5 | 0.382 | 18.6 | 1.05 | 4.8 | 4.0 | 11.6 |
| 2 | 21.4 | 11.7 | 0.650 | 16.7 | 1.10 | 8.2 | 5.2 | 11.3 |
| 3 | 22.2 | 10.6 | 0.527 | 16.8 | 1.00 | 6.3 | 4.3 | 16.0 |
| 4 | 22.7 | 15.4 | 1.00 | 18.0 | 1.40 | 12 | 6.8 | 18.9 |
| 5 | 20.8 | 11.1 | 0.527 | 15.9 | 1.05 | 7.0 | 3.7 | 17.7 |
| 6 | 21.6 | 10.3 | 0.680 | 15.7 | 1.15 | 9.4 | 4.4 | 14.9 |
| 7 | 20.8 | 4.3 | 0.120 | 12.6 | 0.85 | 1.1 | 2.9 | 8.0 |
| 8 | 23.0 | 7.4 | 0.432 | 15.9 | 0.90 | 5.4 | 3.1 | 16.1 |
| 9 | 21.1 | 9.8 | 0.712 | 15.9 | 1.00 | 9.5 | 4.0 | 16.3 |
| 10 | 21.9 | 7.6 | 0.503 | 15.2 | 0.90 | 7.2 | 3.3 | 13.1 |
| 11 | 20.8 | .7 9 | 0.389 | 14.9 | 0.90 | 5.2 | 2.5 | 15.1 |
| 12 | 21.1 | 8.4 | 0.592 | 16.7 | 1.15 | 8.9 | 3.2 | 12.5 |
| 13 | 21.6 | 6.4 | 0.453 | 16.8 | 1.05 | 5.2 | 3.0 | 18.7 |
| 14 | 26.6 | 7.1 | 0.525 | 19.3 | 1.40 | 6.3 | 3.5 | 21.5 |
| 15 | 32.3 | 9.0 | 1.05 | 19.0 | 1.60 | 19 | 3.9 | 12.6 |
| 16 | 23.8 | 7.6 | 1.12 | 17.3 | 1.20 | 17 | 3.9 | 17.8 |
| 17 | 24.6 | 6.4 | 1.34 | 16.3 | 1.00 | 22 | 4.4 | 17.6 |
| 18 | 42.9 | 12.6 | 1.11 | 25.1 | 1.65 | 20 | 5.5 | 16.7 |
| 19 | 42.2 | 20.4 | 1.86 | 22.9 | 2.45 | 31 | 10 | 16.3 |
| 20 | 23.0 | 6.4 | 0.666 | 16.1 | 0.85 | 8.6 | 4.0 | 17.4 |

| Sample No. | $Cl^-$ (mg/l) | $SO_4^{2-}$ (mg/l) | Alkalinity (m-eq./l) | $Na^+$ (mg/l) | $K^+$ (mg/l) | $Ca^{2+}$ (mg/l) | $Mg^{2+}$ (mg/l) | $SiO_2$ (mg/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | 41.9 | 12.6 | 1.52 | 22.7 | 0.40 | 17 | 13 | 20.0 |
| 22 | 20.3 | 9.0 | 0.489 | 14.9 | 0.80 | 6.5 | 3.4 | 18.5 |
| 22′ | 29.1 | 10.0 | 1.36 | | 1.00 | 23 | 5.0 | 14.7 |
| 23 | 19.5 | 6.4 | 0.432 | 13.6 | 0.80 | 5.6 | 2.8 | 16.0 |
| 24 | 19.2 | 7.4 | 0.354 | 13.6 | 0.45 | 4.6 | 2.9 | 16.5 |
| 25 | 17.8 | 6.1 | 0.451 | 13.4 | 1.00 | 6.2 | 2.4 | 19.3 |
| 25′ | 26.3 | 7.1 | 0.266 | | 1.20 | 2.8 | 2.9 | 21.2 |
| 26 | 27.7 | 7.9 | 0.576 | 19.0 | 1.20 | 7.0 | 3.9 | 21.7 |
| 27 | 21.6 | 8.1 | 0.416 | 16.4 | 1.10 | 4.8 | 2.6 | 22.4 |
| 28 | 18.4 | 6.6 | 0.954 | 15.5 | 1.30 | 15 | 2.5 | 25.8 |
| 29 | 21.1 | 5.3 | 0.372 | 15.6 | 1.50 | 4.2 | 2.2 | 25.7 |
| 30 | 19.2 | 5.9 | 0.304 | 14.3 | 1.00 | 3.0 | 2.0 | 20.3 |
| 31 | 21.4 | 4.3 | 0.322 | 15.2 | 0.90 | 2.8 | 2.6 | 18.6 |
| 32 | 22.7 | 4.9 | 0.417 | 16.9 | 1.30 | 5.0 | 2.4 | 28.9 |
| 33 | 34.6 | 12 | 0.846 | 23,1 | 1.70 | 13 | 4.8 | 17.6 |
| 34 | 22.5 | 7.7 | 0.461 | 16.3 | 0.75 | 5.6 | 3.7 | 11.7 |
| 35 | 26.0 | 6.1 | 0.288 | 17.2 | 0.75 | 2.8 | 3.7 | 13.6 |
| 36 | 40.8 | 8.5 | 0.710 | 24.5 | 1.45 | 9.5 | 5.3 | 13.3 |
| 37 | 32.9 | 6.6 | 0.694 | 21.5 | 1.45 | 8.8 | 4.7 | 16.2 |
| 38 | 28.5 | 6.4 | 0.541 | 19.0 | 1.20 | 6.5 | 4.3 | 16.2 |
| 39 | 42.6 | 7.9 | 0.584 | 26.9 | 0.50 | 5.8 | 4.8 | 16.1 |
| 40 | 30.2 | 6.1 | 0.272 | 19.4 | 0.75 | 3.5 | 3.3 | 11.3 |
| 41 | 28.0 | 5.3 | 0.590 | 18.6 | 1.20 | 6.5 | 4.7 | 15.5 |
| 42 | 32.7 | 5.1 | 0.352 | 20.0 | 1.05 | 3.4 | 4.2 | 11.8 |
| 43 | 29.6 | 4.3 | 0.324 | 17.9 | 1.05 | 4.1 | 3.3 | 13.4 |
| 44 | 26.6 | 4.9 | 0.376 | 17.5 | 1.10 | 4.4 | 3.5 | 12.7 |
| 45 | 25.5 | 3.5 | 0.495 | 16.7 | 0.85 | 5.5 | 4.0 | 13.8 |
| 46 | 38.0 | 5.3 | 0.509 | 23.4 | 1.35 | 5.7 | 4.5 | 16.3 |
| 47 | 22.2 | 4.0 | 0.392 | 16.3 | 1.05 | 4.4 | 2.3 | 18.0 |
| 48 | 20.0 | 3.0 | 0.215 | 14.7 | 1.00 | 1.8 | 1.7 | 20.5 |
| 49 | 21.7 | 4.9 | 0.936 | 15.6 | 0.75 | 15 | 2.9 | 16.4 |
| 50 | 20.8 | 5.1 | 0.507 | 15.8 | 1.50 | 6.3 | 2.4 | 25.5 |
| 51 | 37.3 | 6.1 | 0.533 | 23.0 | 1.30 | 7.3 | 4.0 | 18.1 |
| 52 | 21.7 | 4.6 | 0.632 | 15.7 | 1.40 | 9.2 | 2.0 | 24.3 |
| 53 | 19.5 | 4.3 | 0.429 | 14.6 | 0.85 | 5.1 | 2.5 | 19.3 |
| 54 | 20.8 | 5.3 | 0.368 | 13.5 | 1.40 | 5.8 | 2.1 | 11.3 |
| 55 | 25.5 | 8.2 | 0.548 | 18.6 | 1.30 | 6.5 | 3.7 | 24.5 |
| 56 | 31.0 | 6.4 | 0.773 | 20.2 | 4.55 | 14 | 3.5 | 17.5 |
| 57 | 24.4 | 7.9 | 0.513 | 16.8 | 1.00 | 6.6 | 3.6 | 15.1 |
| 58 | 26.3 | 9.2 | 0.956 | 19.6 | 1.65 | 14 | 3.7 | 21.3 |
| 59 | 35.9 | 7.4 | 0.543 | 24.9 | 2.55 | 5.0 | 3.7 | 29.0 |
| 60 | 27.4 | 5.8 | 0.763 | 19.8 | 1.45 | 10 | 3.3 | 29 0 |
| 61 | 20.6 | 7.4 | 0.441 | 14.6 | 1.30 | 5.5 | 3.2 | 15.0 |
| 62 | 28.0 | 11.4 | 0.757 | 19.4 | 1.30 | 9.9 | 5.4 | 16.3 |

### 3—2　全陽イオンと全陰イオンのBalance

試料のイオン強度は低いから溶存化学種は100% freeな状態にあるとして(渡久山ら，1971)計算しプロットすると図2のような結果になる。

1.7meq./ℓ以上の溶液では±3%以内でよくあっている。1.7meq./ℓ以下ではよくバランスがとれている試料も多いが10%程度陽イオンの方が過剰に分析されているのもある。

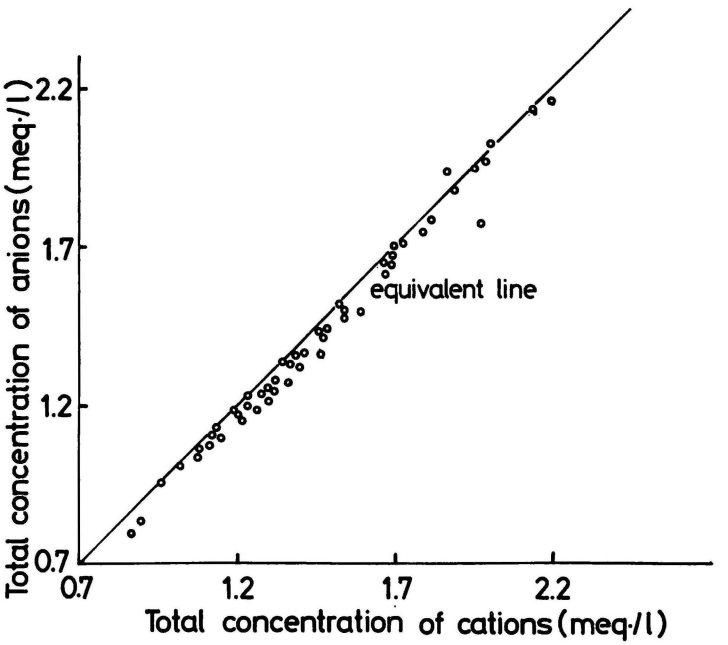


Fig 2 The relationships between total concentration of cations and anions

### 3—3，Conductivityについて

図3にconductivityと$Cl^-$濃度との関係を示した。

海水を蒸留水でうすめてconductivityと$Cl^-$との関係を知りこれと実際のsampleを比較すればあつかっているsampleがどんなtypeの水であるか判断するのに役立つと思える。全てのsampleが海水を蒸留水でうすめたときの線よりはconductivityが高い。同じ$Cl^-$濃度でもconductivityの高いのもある。このことは水のたどってきた道すじを大まかに示してくれると思える。

### 3—4，溶存化学種の存在量と起源

溶存化学種の存在量と起源を知るために表1を基にして$Cl^-$と$Na^+$の関係を図4に，$Cl^-$と$Ca^{2+}$，$Cl^-$と$Mg^{2+}$，$Cl^-$と$K^+$，$Cl^-$と$SO_4^{2-}$，アルカリ度と$SiO_2$各々の関係を順次図5～9に示した。

これらの図から各溶存化学種の存在量を容易に知ることができ$Cl^-$，$Na^+$，$K^+$，$Ca^{2+}$，$Mg^{2+}$，$SO_4^{2-}$，アルカリ度，$SiO_2$各々の濃度範囲として19～40ppm($Cl^-$)，14～24ppm($Na^+$)，0.7～1.7ppm($K^+$)，2～15ppm($Ca^{2+}$)，2～5ppm($Mg^{2+}$)，4～12ppm($SO_4^{2-}$)，0.3～1.2meq./ℓ（アルカリ度)，10～26ppm($SiO_2$）をあげることができる。これらの存在量を住吉川および芦屋川流域の河川水や湧水中の元素含有量（北野ら，1973）と比べると$Cl^-$, $Na^+$, $Mg^{2+}$, $SO_4^{2-}$, $SiO_2$につ

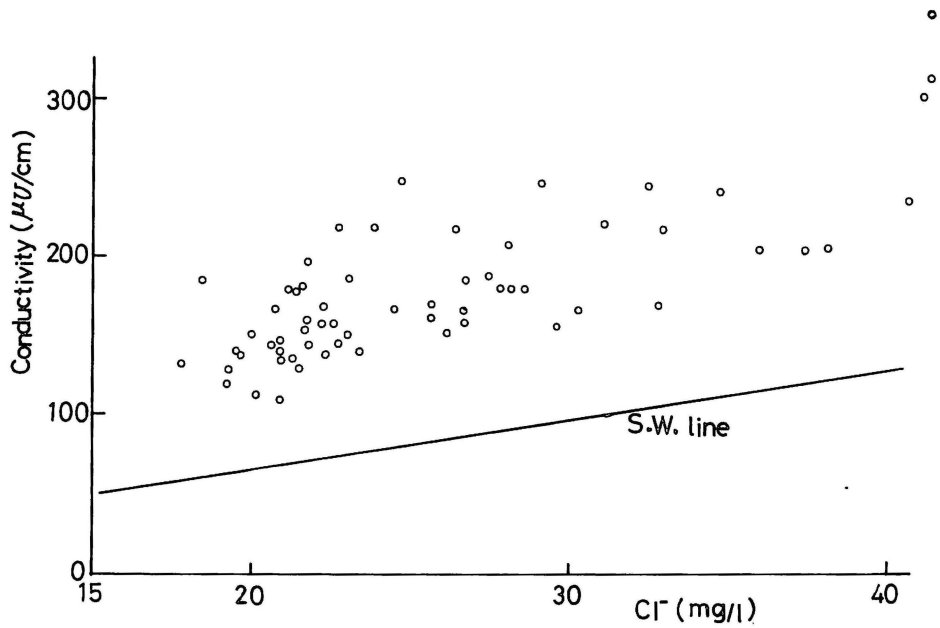


Fig. 3 Plots of conductivity against $Cl^-$ concentration

いては北部河川水の方が高く，$K^+$，$Ca^{2+}$，アルカリ度については北部河川水の方が低い。

上に述べた存在量から変動幅を考える。$Cl^-$，$Na^+$は変動幅が小さく2倍以内にある。$Mg^{2+}$，$K^+$，$SO_4^{2-}$，$SiO_2$の変動幅は3倍以内にありアルカリ度は4倍，$Ca^{2+}$は最も変動幅が大きく8倍も変動する。$Ca^{2+}$ははこの地域においてはこれらの化学種の中では最も動きの激しい元素ということになる。何故このような変動幅が生じるのだろうか。それはこれら化学種の起源がどこにあるかそしてある場所の河川水はそれら起源の影響をどの程度受けているかによるのであろう。変動幅の大小は人間活動の影響が大きいか小さいかの指標にもなり得ると思う。

ここにあげた各化学種の変動幅は沖縄の自然の状態における値だと思える。

$Ca^{2+}$の変動幅が大きいが各化学種の平均値を算出し$Cl^-$は全て海水からきてそれに伴なって他の成分も海水の組成そのままで運ばれてくると仮定し海水からきたと思える量，海水以外からきたと思える量を計算してみた（表2）。

各溶存化学種の平均濃度は表2に示す通りでありアルカリ度を$HCO_3^-$として計算して存在量(mg／ℓ）の多い順にならべると$HCO_3^- > Cl^- > Na^+$，$SiO_2 > Ca^{2+} > SO_4^{2-} > Mg^{2+} > K^+$となる。表2から海水からきたと思われる量の合計量は47.3mg／ℓとなる（$Na^+ + Cl^-$で85%）。海水以外からきたものの合計量は71.3mg/ℓ（$HCO_3^- + SiO_2$で70%）である。北部河川水を平均化してみると海水から47mg/ℓ，陸地から71mg/ℓの化学種が入ってきて120mg/ℓの溶存物質があることになる。

Sample 1つ1つについて海水以外からくるものの割合いは図4～9から知ることができる。

$Na^+$は全ての試料についてそれの殆んどが海水起源であること，$Mg^{2+}$は殆んどの試料について海水からきたと思える量と同じくらいの量が海水以外からもきていること，$SO_4^{2-}$，$Ca^{2+}$，$K^+$はそれら各々のほとんどが海水起源である試料もあるし，ほとんどが海水起源でない試料もある。

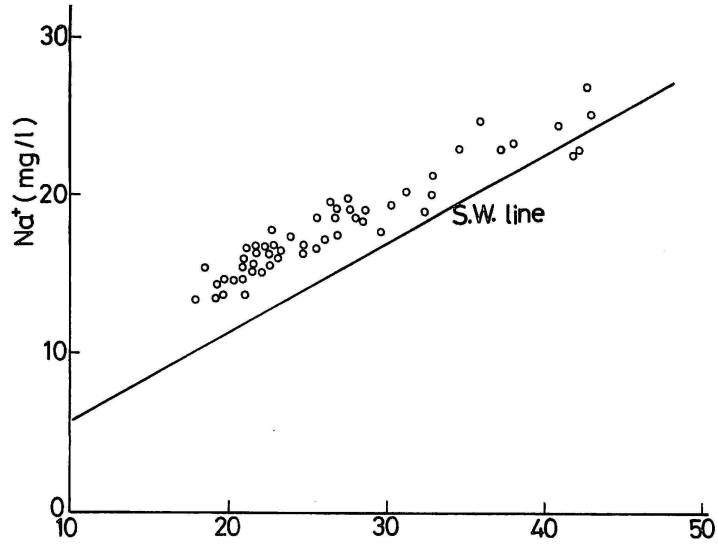


Fig. 4 Plots of $Na^+$ concentration against $Cl^-$ concentration

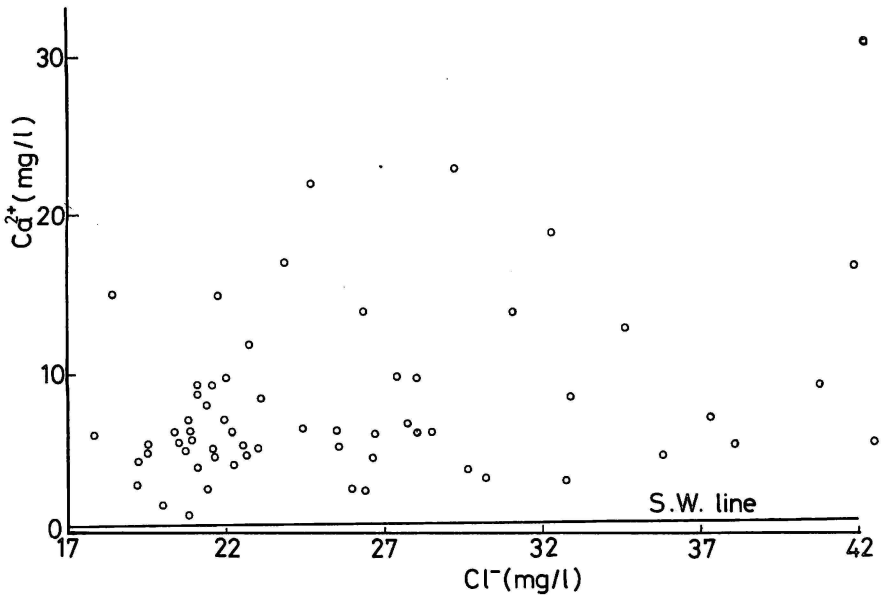


Fig. 5 Plots of $Ca^{2+}$ concentration against $Cl^-$ concentration

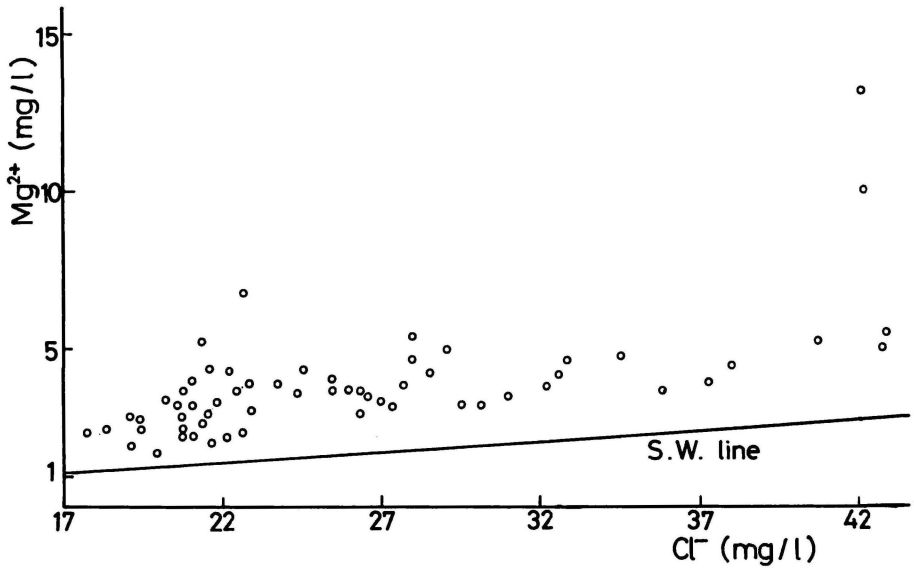


Fig. 6 Plots of $Mg^{2+}$ concentration against $Cl^-$ concentration

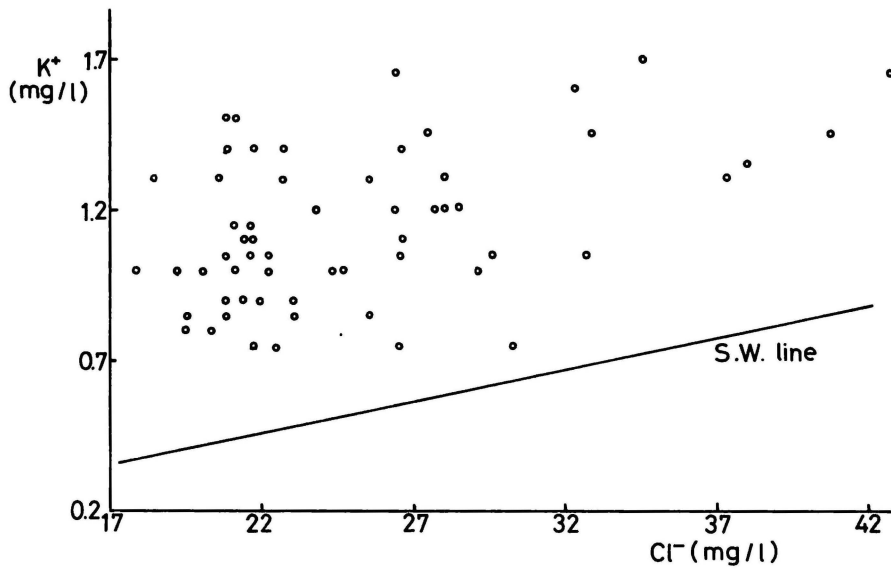


Fig. 7 Plots of $K^+$ concentration against $Cl^-$ concentration

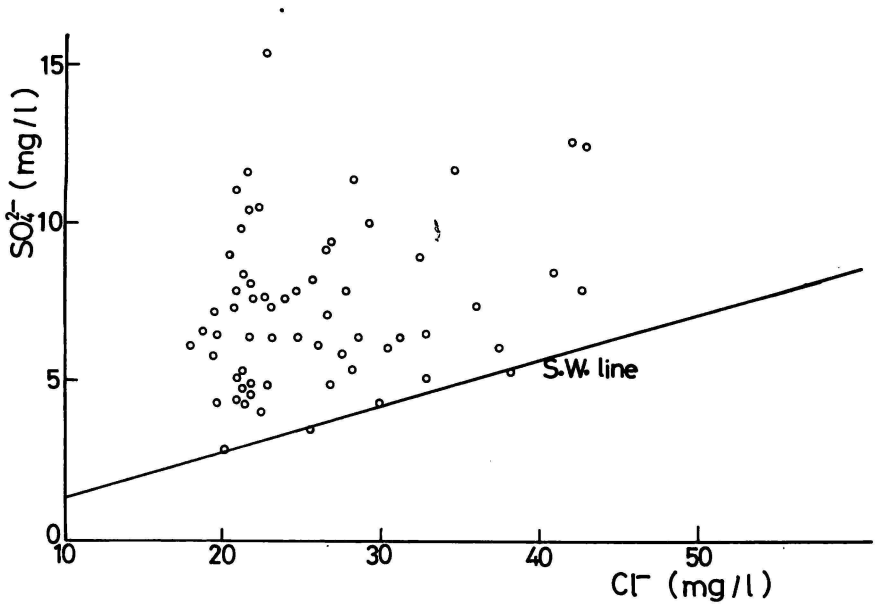


Fig. 8 Plots of $SO_4^{2-}$ concentration against $Cl^-$ concentration

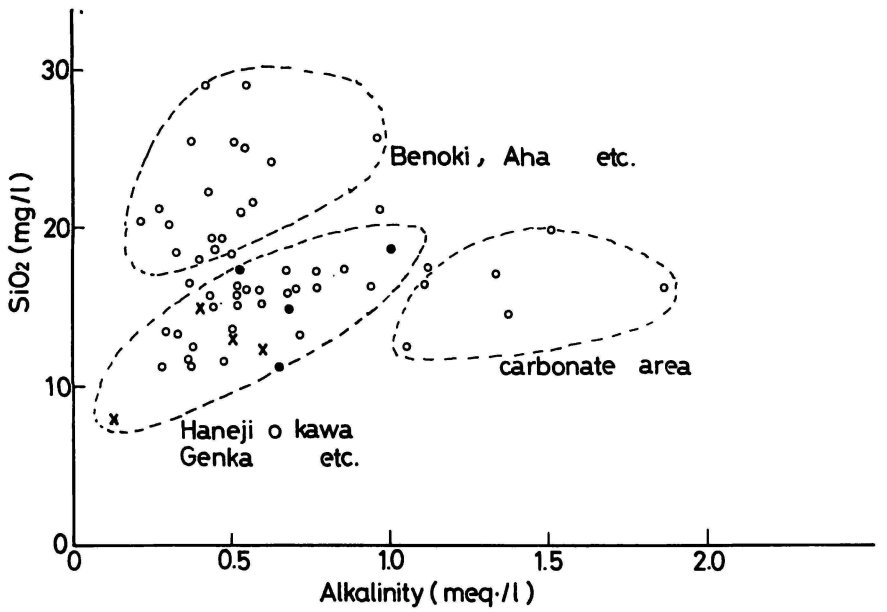


Fig. 9 Plots of $SiO_2$ concentration against alkalinity