

# 海水の抵抗率測定

平川廣満・朝 照雄\*・南竹 力・武石泰亮

(受理 昭和 53 年 5 月 31 日)

## RESISTIVITY MEASUREMENT OF SEA WATER

Hiromitsu HIRAKAWA, Teruo ASA, Chikara MINAMITAKE  
and Taisuke TAKEISHI

In order to measure sedimentation-potential, the properties of the sea water at twentyone points from Kinko-bay to Okinawa has been measured. The depth, temperature and salinity of that point are measured with the help of STD (Salinity, temp., and Depth Recorder). The resistivity of the sea water has been measured by the probe. Besides this the details of the probe structure, and the resistivity measurement using that probe has been explained.

測定方法、装置の概要および測定結果について報告する。

### 1. まえがき

電解質溶液を封入したカプセルに振動を加えると沈降電圧が発生する。<sup>1), 2), 3)</sup> この電圧は一般に数  $\mu V$  以下の微小な電圧である。ところが電解質溶液として錦江湾沿岸の海水を数箇所採取して、沈降電圧を測定したところ今まで沈降電圧の発生がないと考えられていたものから、二三の試料について測定値がえられた。数  $\mu V$  の電圧を発生するものもおれば全々発生しないものなど様々であった。このため海水の中で沈降電圧が本当に発生するものか、それとも全々発生しないか、又発生する場合の原因は別に何かあるのかを正確に知ることが必要になった。この測定では、測定対照が微小電圧であるから、検出増幅回路の入力側の  $S/N$  を改善することが不可欠になる。そのためには回路の入力インピーダンスと海水を封入したカプセルの電極間インピーダンスとの関係を検討しなければならない。この場合海水のインピーダンスの正確な値が必要になってくる。この目的のため昭和52年度の南西諸島海域の海況調査および研究に参加し、図1に示すように錦江湾内から沖縄近海まで20数個所にわたって海水を採取して海水の性質（各観測点における水深と水温、塩分）を調べるとともに沈降電圧測定のための予備資料にするため海水の電気抵抗率測定を行ったのでその

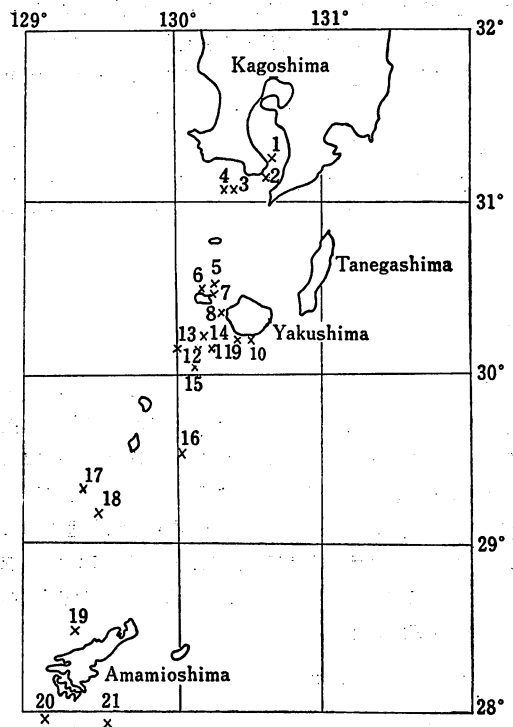


図1 海水の採取地点

\* 鹿児島大学教養部学生係

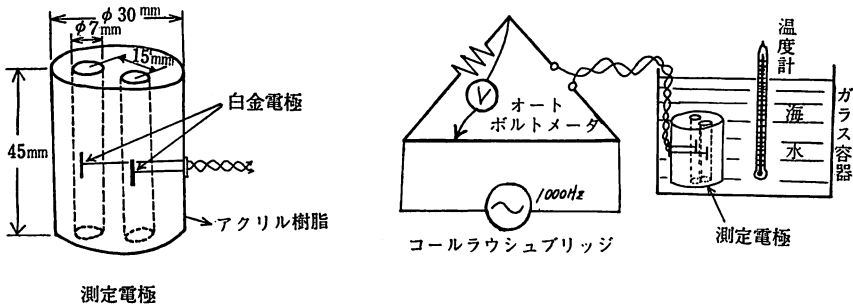


図 2 測定電極および測定回路

## 2. 測定方法

採取した海水の水深、塩分および水温は水産学部練習船敬天丸に装備されている Salinity, Temperature, Depth Recorder (以降 STD と呼ぶ) により検出された値を測定値として採用した。抵抗率を求めるときは採取した海水をただちにガラス容器にうつし、図 2 に示す構成により測定を行った。すなわち図 2 に示すように U 字管に換えて、アクリル樹脂に径 7 mm で 2 個円筒状に穴をあけ中央部分に白金電極を取付けたものを測定電極として用いている。測定ときは海水を入れた容器にこの測定電極をさしこみ、コールラウシュブリッジと組合せて、検出用オートボルトメータにより平衡点を見つけ、このときのブリッジの読みから海水の測定電極間抵抗  $R_x$  を求めている。この測定にあたっては測定電極の上の部分の深さだけ水面下にあるよう注意して測定を行い、又海水の抵抗値測定は一回測定するごとに蒸留水で電極部分をきれいに洗浄し、前の測定の水が容器内面および電極表面などに付着、残留していないことをたしかめて測定を繰返した。このようにしてえた  $R_x$  値から海水の抵抗率  $\rho_x$  を求めるときは標準海水の抵抗率  $\rho_s$  を基準にして算出するので、標準海水の温度に対する抵抗率の変化を知る必要がある。このため標準海水を恒温槽におさめて図 2 に示す測定回路によって抵抗率  $\rho_s$  を求めた。その結果を図 3 に示している。この抵抗率  $\rho_s$  から試料海水の抵抗率  $\rho_x$  を次式より求めた。

$$\rho_x = \frac{R_s}{R_x} \rho_s (\Omega \cdot m)$$

但し  $R_s$  は測定電極を用いて測定した試料海水の抵抗値。

$R_s$  は測定電極を用いて同じ条件で測定した標準海

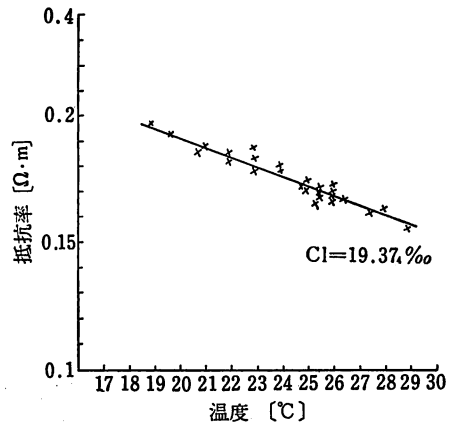


図 3 標準海水の温度と抵抗率の関係

水の抵抗値。

## 3. 測定結果

前節で述べた要領に従って測定したときの日・時、測定地点、水深、水温および塩分と測定電極を用いて測定した抵抗率の値を表 1 に示している。海水の塩分含有率は硫黄島海域から沖縄近海まで 34.4‰ でほとんど変化のないこと、海水の温度は海面では 24°C ~ 27°C の範囲内であること、当然のことであるが水深が深くなるに従い水温が下り、測定地点 11 では他の地点より水温がかなり低いことなど今回の調査でわかった。海水の抵抗率は図 1 に示す測定地点 1 から 21 までその値によって〔I〕錦江湾および薩摩半島南方沖、〔II〕硫黄島海域、〔III〕屋久島近海以南の三ブロックに大別出来るように思われる。

すなわち

〔I〕は測定地点 1 ~ 4 で抵抗率の平均値は約 0.171

表1 測定結果

|    | 月日     | 時間    | 測定位置<br>N E | 水深<br>(m)  | 水温<br>(°C) | 抵抗率<br>( $\Omega \cdot m$ ) | 塩分<br>(%) |       |
|----|--------|-------|-------------|------------|------------|-----------------------------|-----------|-------|
| 1  | 10. 26 | 11:00 | 31°-22.4'   | 130°-40.2' | 0          | 25                          | 0.271     |       |
| 2  | "      | 11:55 | 31°-13.2'   | 130°-42.8' | 0          | 25                          | 0.171     |       |
| 3  | "      | 12:40 | 31°-06.2'   | 130°-37.0' | 0          | 25                          | 0.172     | 34.3  |
| 4  | "      | 13:16 | 31°-05.0'   | 130°-35.0' | 0          | 25.2                        | 0.172     |       |
| 5  | "      | 16:55 | 30°-50.0'   | 130°-20.0' | 0          | 24.5                        | 9.179     |       |
| 6  | 10. 27 | 8:30  | 30°-48.25'  | 130°-16.6' | 0          | 24.8                        | 0.176     | 34.2  |
| "  | "      | "     | "           | "          | 40         | 24                          | 0.179     | 34.23 |
| "  | "      | "     | "           | "          | 100        | 23                          | 0.187     | 34.36 |
| 7  | "      | 10:25 | 30°-46.1'   | 130°-18.4' | 0          | 24                          | 0.177     |       |
| "  | "      | "     | "           | "          | 100        | 23                          | 0.187     |       |
| "  | "      | "     | "           | "          | 200        | 21.5                        | 0.183     |       |
| 8  | "      | 14:25 | 30°-36.0'   | 130°-25.5' | 0          | 26                          | 0.168     |       |
| 9  | 10. 28 | 9:35  | 30°-29.2'   | 130°-40.0' | 0          | 25                          | 0.181     | 34.37 |
| 10 | "      | 10:40 | 30°-29.0'   | 130°-47.0' | 0          | 24.6                        | 0.177     | 34.27 |
| "  | "      | "     | "           | "          | 30         | 24.5                        | 0.179     | 34.27 |
| "  | "      | "     | "           | "          | 70         | 24.5                        | 0.182     |       |
| 11 | "      | 14:41 | 30°-24.7'   | 130°-19.6' | 0          | 24.9                        | 0.172     | 34.47 |
| "  | "      | "     | "           | "          | 50         | 24.5                        | 0.179     | 34.39 |
| "  | "      | "     | "           | "          | 70         | 24.7                        | 0.178     |       |
| "  | "      | "     | "           | "          | 300        | 21                          | 0.186     | 34.47 |
| "  | "      | "     | "           | "          | 370        | 19.8                        | 0.192     |       |
| 12 | 10. 29 |       | 30°-23.1'   | 130°-13.5' | 0          | 25.5                        | 0.168     | 34.37 |
| 13 | "      | 11:38 | 30°-14.0'   | 130°-00.0' | 0          | 26.4                        | 0.165     | 34.45 |
| 14 | 10. 30 | 8:03  | 30°-25.0'   | 130°-24.0' | 0          | 25                          | 0.172     |       |
| 15 | "      | 10:10 | 30°-06.5'   | 130°-11.0' | 0          | 25.9                        | 0.167     | 34.40 |
| "  | "      | "     | "           | "          | 50         | 26                          | 0.165     | 34.48 |
| "  | "      | "     | "           | "          | 300        | 23                          | 0.182     | 34.53 |
| "  | "      | "     | "           | "          | 500        | 20.8                        | 0.185     | 34.38 |
| 16 | "      | 12:55 | 29°-48.5'   | 130°-0.15' | 0          | 26                          | 0.171     | 34.49 |
| "  | "      | "     | "           | "          | 200        | 25                          | 0.168     | 34.65 |
| "  | "      | "     | "           | "          | 500        | 23.3                        | 0.188     | 34.40 |
| 17 | "      | 17:25 | 29°-36.8'   | 129°-38.2' | 0          | 26                          | 0.168     |       |
| 18 | "      | 19:32 | 29°-14.0'   | 129°-40.6' | 0          | 26                          | 0.170     | 34.50 |
| 19 | 10. 31 | 0:00  | 28°-39.0'   | 129°-39.8' | 0          | 25.5                        | 0.166     | 34.61 |
| 20 | 11. 2  | 8:20  | 27°-51.5'   | 129°-28.8' | 0          | 26                          | 0.161     | 34.65 |
| 21 | "      | 10:50 | 27°-58.0'   | 129°-07.5' | 0          | 25.5                        | 0.170     |       |
| "  | "      | "     | "           | "          | 50         | 25                          | 0.173     |       |
| "  | "      | "     | "           | "          | 150        | 24                          | 0.176     |       |

(II) ( $\Omega \cdot m$ )

〔II〕は測定地点5~11で抵抗率の平均値は約 0.175

(III) ( $\Omega \cdot m$ )

〔III〕は測定地点12~21で抵抗率の平均値は約 0.168

(II) ( $\Omega \cdot m$ )

という結果をえた。

上記により解るように〔II〕の硫黄島海域が一番抵抗率が高く、その次が〔I〕の錦江湾および薩摩半島南

方沖、〔Ⅲ〕の屋久島近海以南における抵抗率が一番低いという結果がえられた。又今回の測定で水深が表面から 50 m, 500 m と深くなるに従い抵抗率の値にいちぢるしい増加傾向が見られた。

#### 4. おわりに

1977年10月26日より11月6日間にわたり実施された敬天丸による南西諸島海域の海況調査および研究に参加し、沈降電圧測定のための予備として海水の温度、塩分、抵抗率の測定を行った。これらの値を船上で測定することは初めての経験だったこともあり、測定が思うように進まなかったが、水産学部、理学部の先生方、乗組員の方々の協力を得て当初の目的を達成することができた。しかし表1から各測定地点の水温および塩分と抵抗率との間にある規則性（関連性）を見いだすにはまだ測定値にばらつきがあり、又測定資料も21カ所と少いためここで何か結論を下すことはさしひかえたいと思う。このばらつきの原因について船上における計器の取扱いの未熟さや、今回試作した測定電極についても原因の一つがあるとも考えられるので、

この測定電極全体についてもう一度再点検し、悪い箇所があれば改良を加えたい。そして海水の性質をはっきりさせるため今後とも南西諸島海域調査・研究に参加し、海水の測定資料をふやして、海水の正確な電気抵抗率を知るとともに、これをもとにして海水の沈降電位測定にとりくみたいと思う。今回の測定にあたって、このような機会をつくっていただいた調査団長、鎌田教授、お世話になった敬天丸船長辺見教授はじめ乗組員の方々、参加された団員各位に感謝の意を表します。終りにこの実験に協力された大学院学生竹原、大村、谷川の諸君および学部学生原君にお礼を申し上げます。

#### 文 献

- 1) Z. Miduno, T. Saita and Y. Matuskura: An Report of the Res. Group on Biophys. in Japan (1964).
- 2) R. Zana and E. Yeager: "Ultrasonic vibration of ionic potential molal volume", J. phy. Chem. (1966).
- 3) 武石・平川: "沈降電位測定法", 信学論誌 (C), 55-C, 11, p. 579 (1972).