噴火湾内の沿岸流*

柏村正和**

The Coastal Current in the Volcano Bay

By

Masakazu KASHIWABARA

Abstract: The Volcano Bay, situated on the south-west of Hokkaido, has a shape of an approximate circle with a diameter of about 50 km. The south-east side of the bay, about 27 km wide, is opened to the Pacific Ocean. The author investigated the annual change of the coastal current in the bay by the use of a simple type of a current-indicator made of a wooden plate, drift bottles and other ordinary current-meters. As a result of these investigations, it can be concluded that:

1. Over the whole region of the Volcano Bay, there exists a predominant circular coastal current which turns in clockwise direction in the period between May and August, and in the opposite direction from October to March.
2. The predominant circular current can be understood to be induced by the current outside the bay.
3. The ordinary coastal current is a superposition of the circular coastal current, the other flow induced by wind and waves, and a tidal current.

1. 緒言

噴火湾(内浦湾)は北海道南西部の太平洋に面して位置し直径約 50 km のほぼ円形の湾で、その南東部は室蘭から駒ヶ岳のふもとの砂崎に至る約 27 km が開口して太平洋につながっている。湾内の岸近くは海底勾配がかなり急であるが、中央の広大な部分の海底は比較的平坦であつて最大水深は約 100 m である。この湾内の流れは複雑であつて以前に一年間のある時期における噴火湾全域の詳細な調査が行なわれたことはあつたが、¹⁾ 一年を通じての流れの実態は現在まできわめて把握し難いものとされていた。

筆者は昭和 32 年 5 月から同 33 年 7 月の間、噴火湾南西海岸の浸食調査に参加する機会を得、これに関連してこの海域の沿岸流に関する一年以上の資料を得ることができた。整理の結果としてこ

の湾内には夏期と冬期とで向きを異にする一つの大きな環状沿岸流の存在することが認められた。

Fig. 1. The whole region of the Volcano Bay (Utiura Bay).

* 1960 年 1 月 25 日受理

** 北海道大学工学部理学第一研究室 Department of Applied Physics, Faculty of Engineering, Hokkaido University.

又同時にその流れの成因に対し各方面の資料をもとにして考察を行なつた。

2. 流れの観測方法について

一年を通じての流向の定時観測には下記のような装置を使用した。長さ約 180 cm の板を Fig. 2

Fig. 2. Illustration of a current-indicator.
The red-coloured side of the plate indicates a direction of a current.

の如く海面に横に立つて浮くように小さなおもりをつける。板の一端はロープで海底に沈めたコンクリートブロックに結ぶ。板の別の一端を赤く他の部分は白く塗しておく。この板は流れの方向に向き赤い端は流向を指示するからこの装置を比較的海岸に近い海上に設置すれば陸上から常に流向を観測することができる。風の影響を除く為に陸上から識別し得る範囲で板の海中にある部分を多くするようにおもりを加減する必要がある。一箇所にこの装置を数箇設置すれば流れのほとんどない時は各板がかなり任意の方向を指示するから流れの強さをある程度判断する資料を得ることができる。筆者等はこの装置を流向指示板又は単に流向板と呼んでいる。

湾の南西海岸の森と八雲の中間に茂無部という小部落がありその海岸から沖合 100 乃至 400 m の間に四箇の流向指示板を設置した。この流向指示板の観測は茂無部小学校に託し、同校校庭から望遠鏡で毎日正午に観測をお願いした。これによ

つて同時刻の沿岸流が左向き(北上)か右向き(南下)かについて昭和 32 年 5 月から 33 年 7 月にいたる間の記録を得た。これらは単に流向のみの記録なので同期間中、数日にわたって漂流瓶や EKMAN-MERZ 流速計、小野式自記流速計による沿岸流測定も行なつた。

3. 南西海岸の沿岸流

夏期における筆者の流速計を用いた実測によれば南西海岸附近の沿岸流には潮流の成分よりもつと不規則な流れが主要な成因であることが認められた数時間で流れが転向することもある。又夏期に水深 20 m 位の地点において EKMAN-MERZ 流速計で一昼夜観測を一回、その他の観測を数回行なつた結果によると流向は鉛直方向にわたつてあまり変わらず上層下層共ほとんど同一方向を示していた。

流向指示板による毎日正午の茂無部の流向記録から流向を北上と南下に分けてその度数を一年にわたつて調べた結果は Table 1 に示すとおりである。この流向の観測と同時に波の押寄せて来る方向をも毎日同時刻に記録したがそれも同じ表に記してある。茂無部附近の汀線に直角に沖に向かつて右を right zone, 左を left zone とし波がいずれの zone から来るものであるかを記したものである。これら流向又は波向の月別度数は上下合わせるとその月の日数に等しくならねばならないが、吹雪ガス又は装置の故障、流失等のため観測できない日がありその月の日数に満たぬ場合もある。

Table 1 から次ぎの重要な事実を認めることができる。即ち、南西海岸では 10 月から 2 月頃(3 月は不明)までの冬期に南下流が多く、5 月から 8 月までの夏期に北上流が多い。4 月と 9 月は北上

Table 1. Monthly frequencies of directions of coastal currents and waves at Monashibe.

		1957					1958											
		May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.		
Direction of currents	To South	...	11	4	6	13	20	10	24	25	8	...	12	8	13	...		
	To North	1	17	23	21	14	8	...	7	2	...	3	17	23	15	1		
Direction of waves	From left zone	...	...	1	3	5	10	3	19	20	18	27	16	8	3	...		
	From right zone	...	...	12	26	19	17	15	11	10	8	4	14	23	27	...		

Table 2. Annual correlation between coastal current and waves at Monashibe.

To North	23	89
To South	72	68
Directions of currents Directions of waves	From left zone	From right zone

Remarks: Correlation coefficient $r=0.32$
 $\chi^2=25.3$

Table 3. Correlative table of x to y . values of χ^2 and correlation coefficient r are computed by (1).

y_2	f_{12}	f_{22}
y_1	f_{11}	f_{21}
y	x_1	x_2
x		

と Table 2 の如くなる。例えば Table 3 のような 2×2 分割表においては属性 x, y が互いに独立である時は各階級に属する出現度数 f_{ij} ($i=1, 2, j=1, 2$) の次ぎのような組み合わせによる量 χ^2

$$\chi^2 = N r^2 \dots\dots\dots (1)$$

ただし

$$\begin{cases} N = f_{11} + f_{12} + f_{21} + f_{22} \\ r = \frac{f_{11}f_{22} - f_{12}f_{21}}{\sqrt{(f_{12} + f_{22})(f_{11} + f_{21})(f_{12} + f_{11})(f_{21} + f_{22})}} \end{cases}$$

は自由度 1 の χ^2 分布をすることが知られており又計算によつて $\chi^2 > 6.635$ なる確率は 1% であることが分かっている。今 Table 2 において流向と波向が互いに無関係で独立であるとの帰無仮説をたてて χ^2 を上記に従つて計算すると $\chi^2 = 25.3$ となり 6.635 よりはるかに大きくなる。故に流向と波向は互いに独立であるという仮説を危険率 1% 以下で棄却することができる。即ち極めて低い危険率で両者は関係があると云い得る。このように南西海岸では流向と波向は関係があり日常の沿岸流は波によつて、あるいは波の原因である風によつてかなり左右されていることが判るのである。それでは流向が波のみによつて決められるかと云うとそうは云えない。Table 2 によつて分類された流向と波向の相関係数 r は 32% であつて決して高いものではないから全く別の要素が流向の原因に介入している可能性がある。しかも

例えば同一方向の風が湾全体を吹送する場合には湾をはさんで相対する海岸では流れは同一方向に向くはずであるから、むしろ風や波が前に述べたような湾全体の大きな環状沿岸流の原因になるとは思われぬ。従つて夏期と冬期とで向きを異にして卓越する環状沿岸流の発生はもつと別の原因によるのではないと思われる。その原因として考えられるものに湾外の流れがある。噴火湾の形状及び太平洋側の開口距離から見て湾外の流れが湾内の環流を誘起する可能性は十分考えられる。もしこのような機構が実際に存在するならば湾内環流の夏期の時計廻り、冬期の反時計廻りに対して湾外ではそれぞれ夏期西向き、冬期東向きの流れが対応して存在せねばならない。さいわいにしてやや距離をへだてているが湾外東方の苫小牧工業港において同期間に行なつた流向の記録があるのでこれと湾内南西海岸の流向とを比較してみる。苫小牧における西向きの流れと茂無部における北上流の月別頻度を百分率を以て示した図が Fig. 4 である。両者はかなりよい平行性をもつて

Fig. 4. Monthly frequencies % of both coastal currents, turning west at Tomakomai and north at Monashibe.

いることが見られる。即ち先の考えと同じに環流の時計廻りの時期には湾外は西向き、反時計廻りの時期に対しては東向きの流れが多い事が示されている。さらにくわしく苫小牧の流れと湾内沿岸流とが関係あるか否かを前の流向と波向の場合と同様に検定してみる。

日を同じくする苫小牧と茂無部の流向を一年にわたつて分類すると Table 4 のようになる。

これから計算した結果は $\chi^2=8.6$ となり、6.635

Table 4. Annual correlation between directions of the coastal currents at Tomakomai and Monashibe.

To East	38	61
To West	101	77
Tomakomai	To North	To South
Monashibe		

 Remarks: $r=0.18$ $\chi^2=8.6$

より大きく、前述の論法と同様に1%以下の危険率で両地点の流れが関係あるということが出来る。苫小牧の流れは夏期の実測では潮流の成分がかなり大きいので本来は潮流を除いたものについて比較する方がよい。相関係数 r は18%でかなり低い、両地点の距離がかなり遠いことや苫小牧の潮流成分を除去し得ない事などがかなりこの値を低下させているものと思われる。とにかくこの結果は茂無部と苫小牧の流向には関係があり、湾内の時計廻り、反時計廻りの沿岸流に対して湾外の西向き、東向きの流れがそれぞれ対応することを立証するものである。従つて湾内の環状の沿岸流は湾外の流れによつて誘起されるものであろうことを推察することができる。

Fig. 5. Illustration of a relation between the currents inside and outside of the Volcano Bay.

6. 結 論

一年以上の流向指示板、波向観測、漂流瓶等の結果や他の資料から、

- 1) 噴火湾内には夏期(5~8月)に時計廻り、冬期(10~3月頃)に反時計廻りの環状沿岸流が卓越すること
 - 2) 上記の環状沿岸流は湾外の夏期西向き、冬期東向きの流れによつて誘起されるものと推定されること
 - 3) 湾内の日常の沿岸流は、その他に風や波によつて起こされる流れ及び潮流等が重なつて構成されていると考えられること
- 等を結論する事ができる。

この調査研究に当つてたえず御激励下さつた北大福島久雄教授、初期の調査に御尽力いただいた防衛大学校溝口裕教授、又一年以上にわたつて苦勞の多い実測に当たられた茂無部小学校校長太田昇平氏、教諭野口哲平氏に深く感謝の意を表する。

尚、文献についてお教えいただいた東大日高孝次教授、第七管区海上保安本部川上喜代四水路部長、及び資料を御寄贈下さつた苫小牧港建設事務所長加藤市郎氏に対し厚く御礼申し上げる。終りにこの調査は日本国有鉄道札幌工務局の要請によつて行われたものの一部であることを附記する。

文 献

- 1) 噴火湾海洋観測報告 海洋時報第6巻, pp. 209~241, 1933.
- 2) PUTNAM, J. A., W. H. MUNK and M. A. TRAYLOR: The Prediction of Longshore Currents. p. 337 T. A. G. U. Vol. 30, No. 3, 1949.