

図18 夏季、上げ潮時の塩分水平分布(%)
(屋嘉田・1978年9月20日)

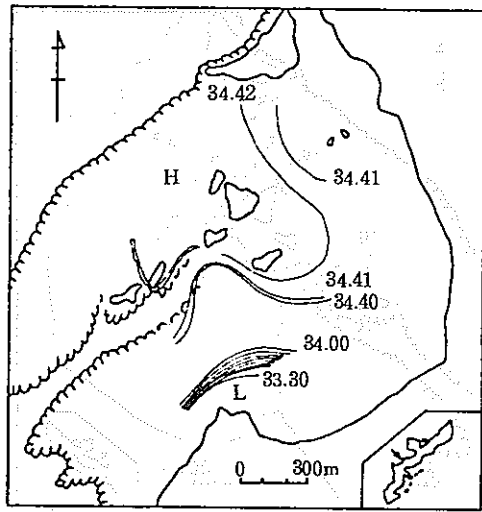


図19 夏季、下げ潮時の塩分水平分布(%)
(屋嘉田・1978年9月21日)

b. 流 況

a) 流速計による流況調査

調査方法

屋嘉田海域礁池内の水平流況を把握するためCM1-S型微流速計を用いて、夏季と冬季の広域潮流観測を行なった。また、大潮～小潮期の潮流変化を捉えるため、20日巻の小野式潮流計を礁池内の外水道部水深5mの海底に沈設して、潮流観測を行なった(図1参照)。

調査結果と考察

1) 水平流況

夏季(図20, 21)の上げ潮時流況は、リーフ上及び外水道より外海水が入り込み、礁池内を時計廻りに環流する。下げ潮時は外水道及び沖合への流向がみられる。潮位がリーフより高い時間帯は、リーフ上よりも海水の流出入がみられるが、低潮時に近づくに従い、リーフの内縁に沿って反時計廻りの弱流がみられ、一部海水は外水道から沖合に流去する。なお、観測期間中の風向はE～NNE、風速は1～5 m/sec.であった。

冬期(図22, 23)は上げ潮、下げ潮とも同様な水平流況を示す。沖合の北～北西からリーフを越えて礁内へ入り込んだ海水は、時計廻りに礁池内を流れ、大部分は外水道より外海へ流出する。流速は上げ潮時2～2.0 cm/sec. 下げ潮時の流速が1.5～5倍大きい。観測期間中の風向はN～NE、風速3.9～8.8 m/sec.であった。

礁池内の海水流動は、地形と気象条件に強く影響され、夏季、冬季ともに基本的に同じパターンを示す。静穏時の海水流動は、夏季の調査結果の様にリーフ上及び外水道より海水が流出入する。冬期調査のように強風連吹時における海水流動は、潮時に関係なく、沖合から入射した波やうねりがリーフでくだけ、波浪流となってリーフを越えて礁池内に海水が入り込み、外水道より流出する。

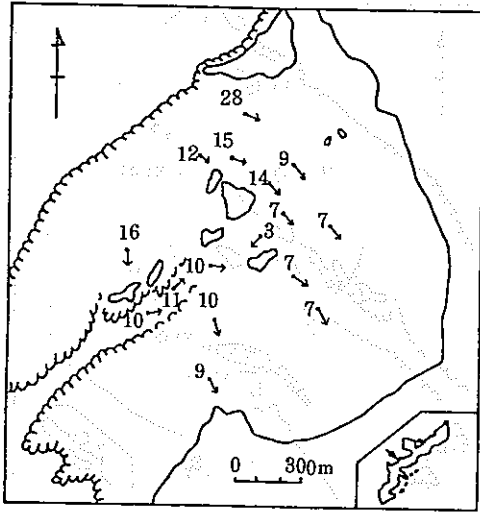


図20 夏季、上げ潮時流況 (cm/sec.)
(屋嘉田・1978年9月20日)

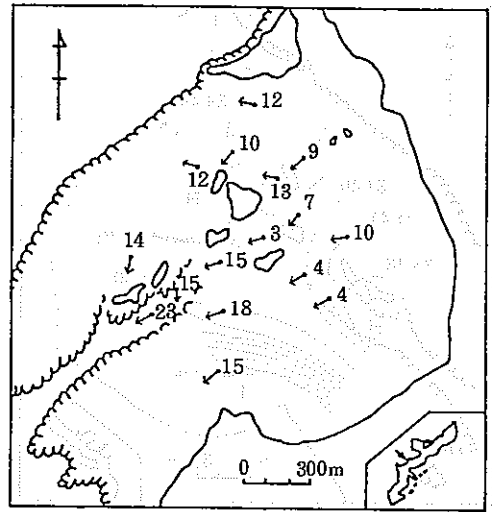


図21 夏季、下げ潮時流況 (cm/sec.)
(屋嘉田・1978年9月21日)

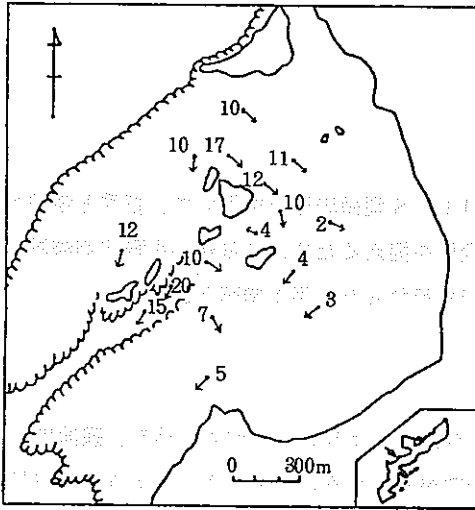


図22 冬季、上げ潮時流況 (cm/sec.)
(屋嘉田・1979年2月7日)

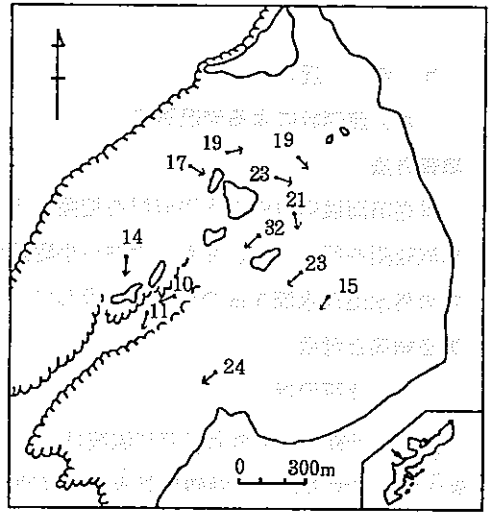


図23 冬季、下げ潮時流況 (cm/sec.)
(屋嘉田・1979年2月6日)

2) 定置測流結果

夏季の静穏時における観測結果、測得流 (図24) 10 cm/sec. 以上の流れは、南西方向 (外水道

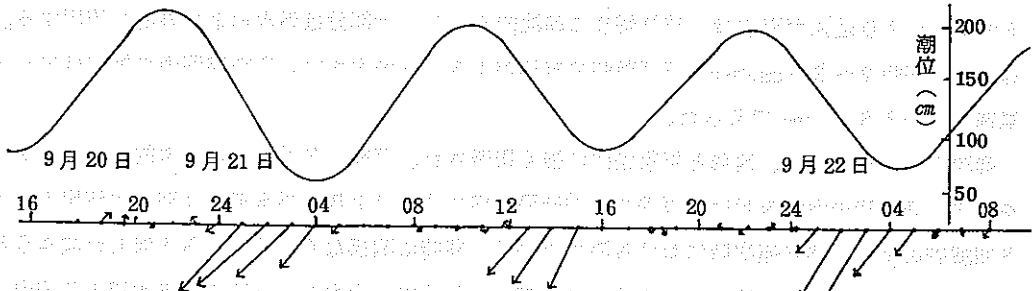


図24 屋嘉田の定地測流、流速ベクトルと那覇港潮位
(1978年)

の向きと一致) にあり最高 2.0 cm/sec. を示すが、流速の読み取れるのは、一潮時において低潮から高潮時前 3 時間で、それ以外は微弱な流れで slack と言える。測得流について調和分解を行ない、次のとおり調和常数を得た。

東分速

$$U_{\text{cm/sec.}} = 0.51 + 0.69(\delta t - 141.9^\circ) + 0.14(2\delta t - 211.5^\circ) + 0.12(4\delta t - 319.9^\circ)$$

北分速

$$V_{\text{cm/sec.}} = 0.97 + 0.65(\delta t - 122.2^\circ) + 0.16(2\delta t - 305.4^\circ) + 0.10(4\delta t - 7.5^\circ)$$

潮流楕円要素(図25)では、日周潮流が最も大きく、長軸ベクトルは 0.9 cm/sec. である。恒流は

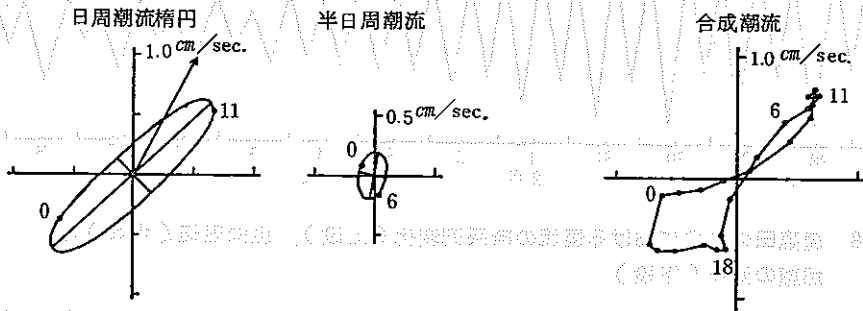


図 25 屋嘉田、夏季の潮流楕円

流向 27.7°、流速 1.1 cm/sec. と比較的小さい。転流は高潮時と低潮時にみられる。以上のことから、静穏時における礁池内の潮汐流は小さく、地形に起因する流れの 1/10 程度と思われる。なお、那覇港における潮汐は、日潮不等の 1 日 2 回潮で最大潮差は約 230 cm である(図 24)。

冬季の北寄りの季節風連吹下における観測結果では、風向が北方成分の期間における流速変化(図 26)に、周期性がみられ日周潮流が卓越している。低潮時に流速は小さく高潮時は大である。大潮時と小潮時の最強流速比は 110/56

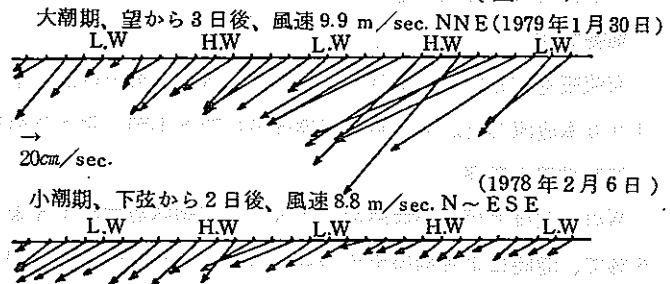


図 26 冬季の大潮期の流速変化(測得流)

(cm/sec.) ÷ 2 倍である。風速と流速の関係(図 27)は、風向が北方成分で風速 6~9 m/sec. では流速も大きく、理論値の 2~5 倍を示した。風向が南~東方成分で風速 4~11 m/sec. と小さく、理論値より低い。恒流の時系別変化(図 28)から、流向は北-南西-北-南西の変化を示し、流速は

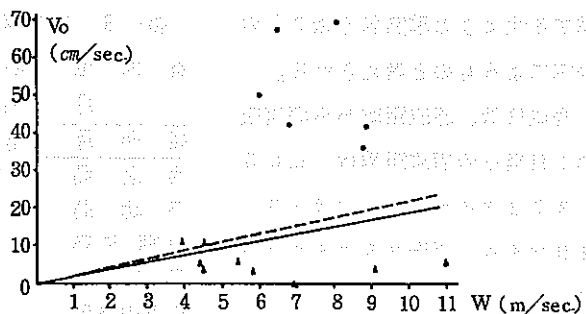


図 27 風速(W)と流速(Vo)の関係

● 風向が北成分の場合 ロルフ(A) $V_o = 0.0127 \sqrt{\sin \theta} \cdot W$
 ▲ 風向が南成分の場合 ロスビー(B) $V_o = 0.0223 \cdot W$

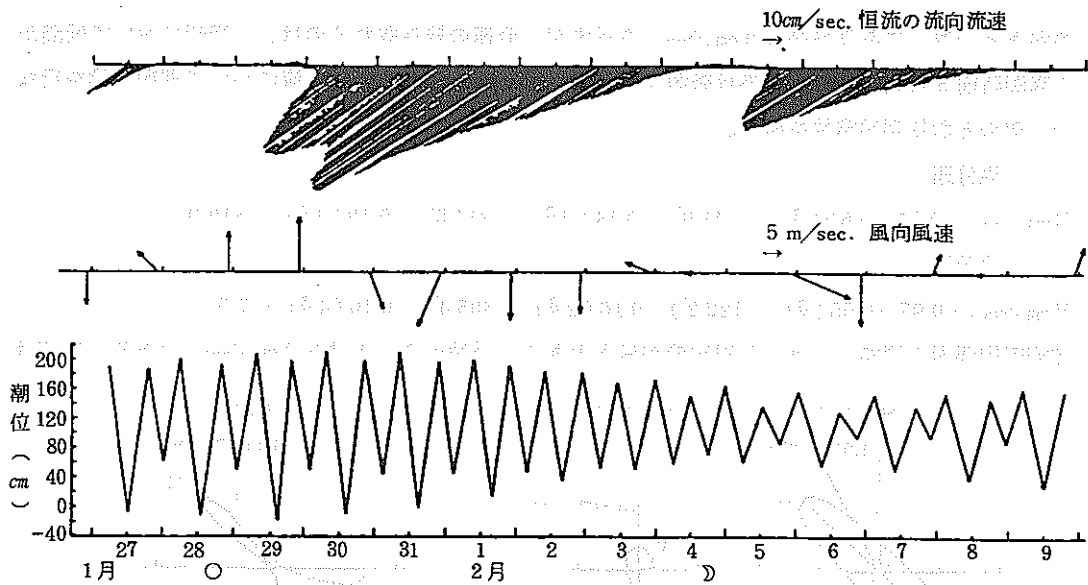


図 28 屋嘉田の冬季における恒流の時系列変化(上段)、風向風速(中段)と那覇の潮汐(下段)

南西に大きく北に小さい。流向は風向に合致し、流速は風向北成分の連吹時間に比例して増大する。大潮期と小潮期の最強流速比は 1.8 である。しかしながら風向が南～東方成分の時は、流速約 1 cm/sec. と非常に小さい。以上のことから恒流の時系列変化は、風向、地形および潮汐に影響され、特に風向と地形の影響が大きい。

b) 海流瓶放流調査

調査方法

海流瓶を残波岬南岸より、昭和54年11月20日の上げ潮(200本)と下げ潮時(200本)に計400本放流した。放流時の天候は曇り時々小雨、北よりの季節風が風速7m/sec. 以上であった。

調査結果と考察

拾得状況は上げ潮時放流瓶14本、下げ潮時放流瓶10本、計24本であった。全体の拾得率は6%で、潮時による拾得率の差異は特にみられない。残波岬を基準にして北上した海流瓶は8本、南下した瓶は16本と圧倒的に南下群が多い(表6)。これは10月以降3月まで南西諸島地方に卓越する北よりの季節風(図7)の影響によるものと考えられる。

経過日数、漂流距離から海流瓶の1日当りの漂流距離は、0.05～8.72マイル、モードは2.0～2.9マイル、平均2.5マイルと見なされる。

拾得経過をみると、放流3カ月後に最も多く拾得されている。最

表-6 海流瓶の月別、地域別拾得経過

拾得年	1979		1980				計	
	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
経過月	0	1	2	3	4	5		
徳之島					1		1	北 上 群 8
与論島				2	2	2	6	
沖繩本島		3			1		4	南 下 群 16
宮古群島			4	3	1	1	9	
八重山群島				2			2	
台湾			1				1	
計	0	3	5	8	5	3	24	

初の拾得は南下群の渡嘉敷島(19日後)であり、また、最短南下距離2マイルに漂着するのに41日経過していることは、この海流瓶が放流地点沿岸で停滞していたとみられる。北上群の最短日数は、89日(与論島)、また、放流位置からわずか4マイル離れた残波岬北岸で111日も経過している。一般に北上群は放流から拾得まで長期間要していることが特徴的である。これより、2月以降拾得された北上群海流瓶は、南下後沖縄本島と宮古島の間域にある宮古ソネ付近に発生する潮目、渦流、潮汐流等のため一時停滞し、その後北上流の影響を受け、再び北上し沿岸に漂着したと推定される。このことは、海流瓶放流1週間後に実施した沖縄水試、図南丸(216.09トン)のG E K観測結果より、久米島南海域に0.7~0.9ノットの南西流(黒潮反流に相当)がみられる(図29)ことや、沖縄近海の流況模式図(図30)と夏季の海流瓶放流結果(図31)等からも裏づけられる。

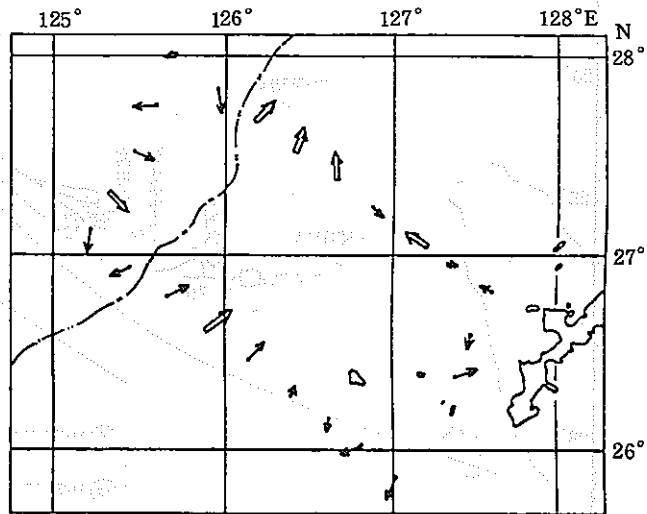


図29 表面流況(沖水試漁海況資料, 1979)

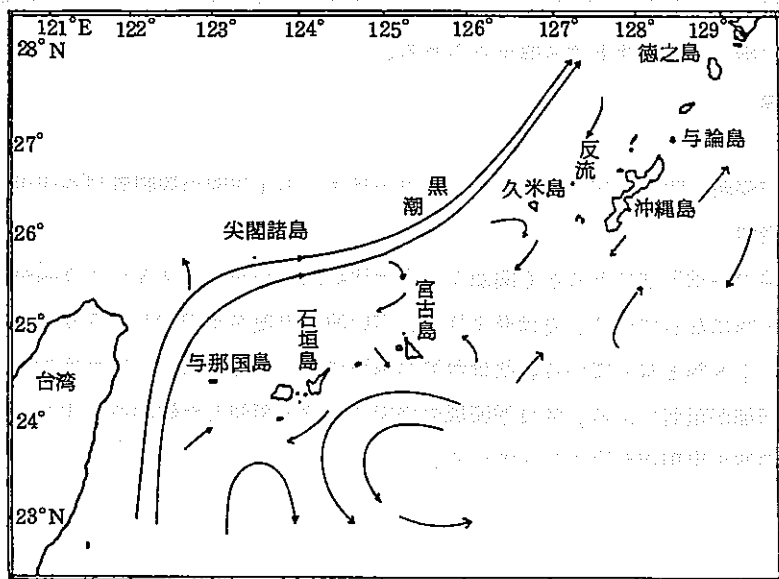


図30 表面流況模式図

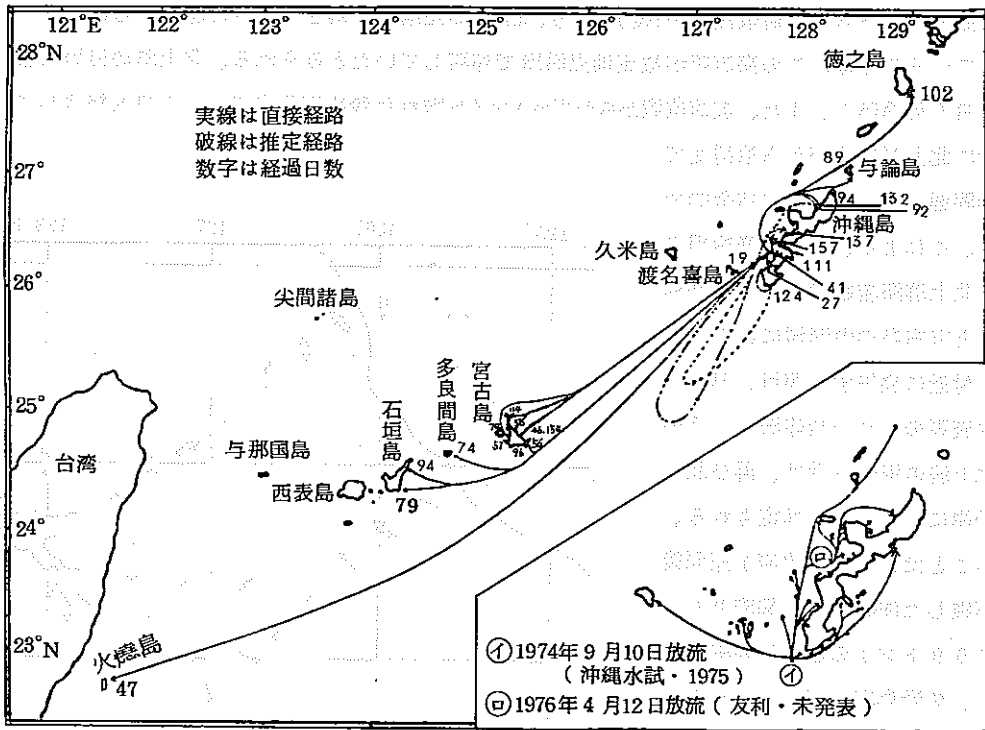


図32 冬季の海流瓶漂流経路と経過日数

図31 夏季の海流瓶漂流経路

以上の結果をまとめると、残波岬南岸で放流された冬季の海流瓶の漂流経路（図32）は、放流位置の沿岸を停滞するものと、北よりの季節風を加算した黒潮反流に乗って南下するものがある。南下した海流瓶はそのまま南下して宮古、石垣島等に漂着する群と、宮古ソネ付近で一時停滞後、2月頃より北上流に乗って再び北上する群がみられる。

c. 波 浪

調査方法

那覇港工事事務所の昭和49年1月から昭和52年12月までの4年間の観測資料を使用した。

調査結果と考察

波高別の出現率を季節別にみると（図33）、春は比較的穏やかで、25～49cmが25%、50～74cmが21%になっている。夏は春よりも、高い波の出現率が増加し、50～74cmが24%、75～99cmが18%となっている。秋は台風の影響により、さらに高い波が増加し、特に125cm以上の波の増加が顕著である。冬は季節風の影響で、秋と類似した傾向を示すが、秋と比較して、150cm以上の波の出現率が高くなっている。