

# 琉球大学学術リポジトリ

## 超音波流速計が捉えた沖縄沿岸の流れ特性

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学工学部 公開日: 2010-08-02 キーワード (Ja): キーワード (En): Up-welling, Wind-induced Current, Ocean current, Kuroshio, Coral reef, Ocean farm 作成者: 仲座, 栄三, 津嘉山, 正光, 伊良波, 繁雄, 藤井, 智史, 鹿熊, 信一郎, 川満, 康智, 北村, 康司 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/17648">http://hdl.handle.net/20.500.12000/17648</a>

# 超音波流速計が捉えた沖縄沿岸の流れ特性

仲座 栄三\*・津嘉山 正光\*・伊良波 茂雄\*・藤井 智史\*\*・鹿熊 信一郎\*\*\*  
川満 康智\*\*\*\*・北村 康司\*\*\*\*\*

## Okinawan Offshore Sea Current Characteristics Explored by ADP

Eizo NAKAZA\*・Seiko TSUKAYAMA\*・Shigeo IRAHA\*・Satoshi FUJII\*\*  
Shinichiro KAKUMA\*\*\*・Yasutomo KAWAMITSU\*\*\*\*・Yasushi KITAMURA\*\*\*\*\*

### Abstract

A project, to explore the sea environments of subtropical Okinawa, Japan, has been running with financial aid from the Education Agency of Japan. Surveys may reveal the characteristics of the currents around coral reefs and deep-sea water up-welling, induced by ocean currents like Kuroshio, which is well known around the world. This East Asian warm sea current originates in the mid-pacific along the equator. Based on the survey results, we ultimately hope to be able to propose an artificial deep-sea upwelling generation method.

In the first survey of this project, the characteristics of the sea current around Zanpa cape are being explored.

Key words: Up-welling, Wind-induced Current, Ocean current, Kuroshio, Coral reef  
Ocean farm

### 1. はじめに

21世紀の海洋開発は、沖縄トラフを中心とする南西諸島海域の開発から幕を開けるものと期待される。なぜならば、沖縄近海は海底資源の宝庫であり、かつ黒潮が最も発達する海域であり、さらには地球環境に大きな影響を及ぼすとされるサンゴ礁の宝庫でもあるからである。

沖縄における海洋調査研究の意義は計り知れないものがある。仲座らは、沖縄における海洋調査計画を大きく4つに分類し、様々な角度からの展開を通じて、南西諸島の海域ポテンシャルを高めると共に、環境保全と地域産業育成とに結びつける事を試みている。

ここでは、そのいくつかについて紹介する。

①「五勇士計画」:黒潮は日本の気象や海象を決定づける要素となっており、日本がサウジアラビアなど砂漠地帯と同じ緯度に

ありながら東洋のオアシスとなり得るのは黒潮がもたらす奇跡でもある。その黒潮の流れは、沖縄近海を通過後、数日から数ヶ月を経て、日本沿岸に達する。沖縄近海をまさに通り過ぎる黒潮の解析は、日本沿岸の気象と海象との予測そのものと言えよう。黒潮の特性を最先端の沖縄で捉えるプロジェクトは、五勇士計画と名付けられている。勿論、宮古島久松五勇士に由来する。しかし、この場合、人類福祉のための水際作戦である。

②「マanta計画」:農耕や畜産など農業が人類の定住を可能にしたと言える。一方で、海産物においては、海の豊かさや広さが人類の生存を支えて来たといえる。人類の定住が始まって以来、その殆どを天然資源に頼ってきた水産業が、地球環境との共存の時代を迎え、今その方向性の変更を余儀なくされようとしている。すなわち、本格的な生産を伴う水産業が求められていると言えよう。本プロジェクトでは、海洋深層水を自然に利用した次世代型の海洋牧場の開発が行われている。

③「美ら海計画」:沖縄の海を特徴付けるものは、なんとと言ってもコバルトブルーに輝くサンゴ礁である。このサンゴ礁の形成メカニズムを「流れ」と「サンゴ」の相互作用という立場から明らかにしようとする研究プロジェクトである。サンゴ礁形態学のみからは、解明不可能な問題に、海洋流体力学を持ち込み、南西諸島のサンゴ礁がなぜこのような地形に至ったのか?また、今後どのような方向に向かうのか?それらが、今、少しずつ明らかになろうとしている。

④「資源探査計画」:沖縄トラフには膨大な量の海底資源が眠っ

受理 2000年6月26日

\* 環境建設工学科

(Dept. of Civil Engineering and Architecture)

\*\* 郵政省 通信総合研究所 沖縄電波観測所

(Okinawa Radio Observatory, Communications Research Laboratory, MPT, JAPAN)

\*\*\* 沖縄県水産試験場

(OKINAWA PREFECTURAL FISHERIES EXPERIMENT STATION)

\*\*\*\* 海岸環境調査研究所

(Research Center for Coastal Environment)

\*\*\*\*\* 理工学研究科 生産エネルギー工学専攻

(Graduate Student, Graduate School of Engineering and Science)

ていることは周知の事実である。しかし、その開発のためには、当然ながらその海域の特性が明らかでなければならない。これらの事実を基に、新たな技術開発が進められよう。

本論文では、上述のプロジェクト②及び③に関連して行われている沿岸海域の調査で得られたデータの解析結果の一部について述べる。

## 2. 観測位置及び方法

本論文で説明する海洋調査が行われている海域は、図-1に示すように、沖縄本島中部残波海岸沖合である。図示に示すトライアングル状の海域が船を利用した移動計測海域であり、図中に▲印で示す位置が水深約100mの定点観測位置である。図-2に、定点観測に用いた、超音波流速計(ADP)の繫留方法を示す。水温及び塩分濃度に関しては、STD計測装置を用い、船上より行った(図-1中○印)。固定用のADPの場合、データは全て内臓メモリに保存される。一方、移動計測用のADPは計測船の左舷に固定されており、データは全て船室内のコンピュータに取り込まれる(写真-1)。写真-2に本観測で用いた観測船及び測定器の取り付け状況を示す。写真-3に、測定器の設置・回収作業の一例を示す。

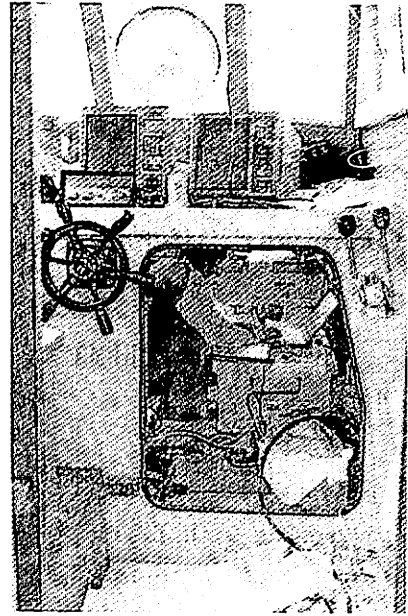


写真-1 測定器コントロール室

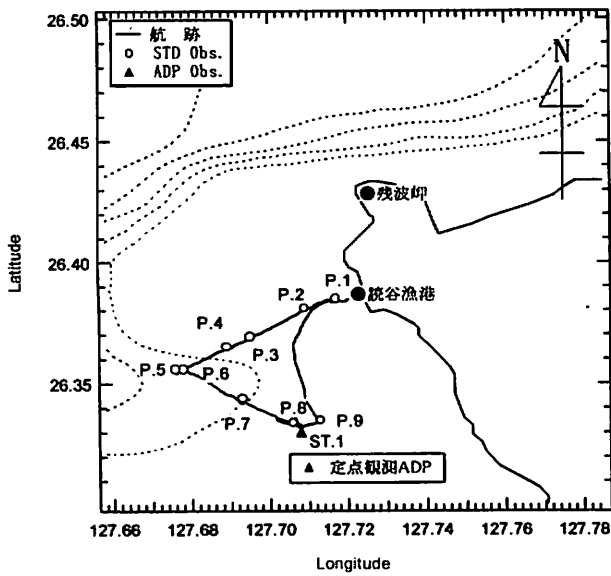


図-1 観測位置

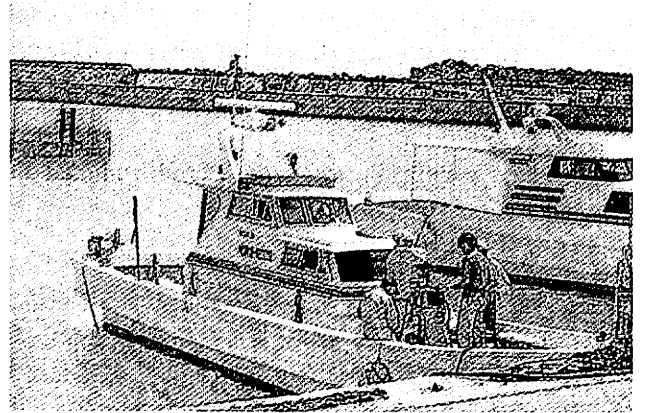


写真-2 観測船及び測定器の取り付け作業

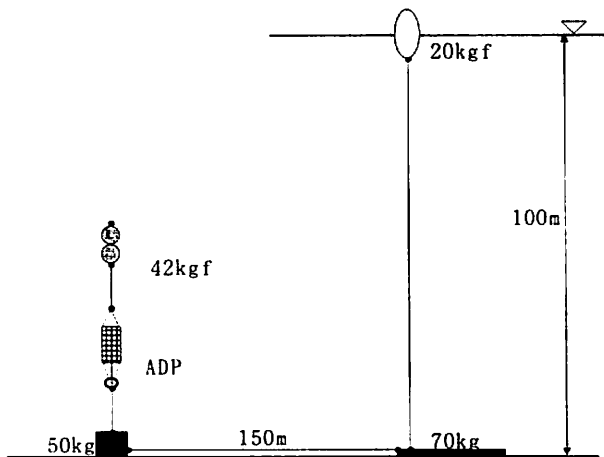


図-2 ADP 繫留方法



写真-3 測定器の設置・回収作業の一例

### 3. 観測結果及び考察

図-3に、超音波流速計より得られた流速変動の水深分布を示す。縦軸は、水深約100mの海底から鉛直方向上向きを示す。観測時間帯は、4月26日0時～12時までの12時間である。流速ベクトルは、北向きの流れを縦軸方向にとり、東向きが横軸方向をさすようにとってある。ベクトルの大きさは流速の大きさに対応する。

まず、図-3より、流速分布が2層に分かれていることが明らかである。表層付近に見られる早い流れは、吹送流であろうことは一目瞭然であるが、流速分布が水深方向にあまり拡散してないので、温度躍層の存在が示唆される。水表面より約15m以上の所では、流速の大きさが水深方向にほぼ一様となっているが、時より流れが回転しており、大規模な渦の存在を示唆している。

図-4の(A)・(B)に、大潮を挟んで8日間(4/30～5/7)の流速ベクトル及び風速ベクトルを水位変動と共に示す。流速については、表層付近の吹送流とその下を流れる海流や潮汐流とを分離するため、表層12mまでの深さでの流速の平均値と、それよりも下方の約87m厚の層の平均値とを求めてプロットしてある。まず、図中において、一番上のベクトルの経時変化は、風速ベクトルに対応する。二番目のベクトルは吹送流に対応しており、その下(c)が下層の流速ベクトルに対応する。ただし、吹送流については、上層の平均流速から潮汐流が殆どと考えられる下層の平均流速を差し引いてある。さらに、四番目のベクトルは、グラフ(c)で示す下層の平均流速に、4日間にまたがる移動平

均操作をほどこした後の流速に対応している。この流速は、海流的な流れに対応するものと考えられる。潮汐流については、この海流的な流れがすでに差し引かれている。一番下、(f)のグラフは、水位変動を示す。表層の平均流速ベクトルは、ほぼ風速ベクトルと対応しており、これが吹送流に対応することを示している。

図-5に、表層流と風との相関を示す。多少のばらつきはあるものの、風速と表層流の大きさはほぼ直線的な相関にあり、吹送流が風速の9%程度までにも達することが分かる。通常、吹送流は風速の3%程度といわれるため、ここで得られた吹送流は驚くべき大きさと言える。実際に、風速が8.0m/sの時、吹送流は0.7m/sにも達し、下層の最大大潮時の潮汐流が0.1m/s程度であることを考えると極めて強い流れであることが理解される。

図-6に、水温の水深方向分布を示す。図示のとおり、温度躍層が水表面から約10mの位置に形成されており、この躍層の存在が下層への吹送流の運動量の拡散を制限し、結果としてかなり強い吹送流を形成させたものと考えられる。

ところで、図-3に示す、流速ベクトル図には、岸向きの(東向きの)吹送流の形成後約4時間を経て、下層の流れが沖向きに転じているのが見られ、下層に吹送流の逆流が存在することを示している。

また、この図には、4時間程度の周期を持つ大規模な渦流が存在しており、その流速の大きさは潮汐流を超えることも分かる。

ここで、示された通常概念を超える吹送流の存在や大規模渦流の存在は、沿岸域の海水交換作用として潮汐の規模を遙かに超

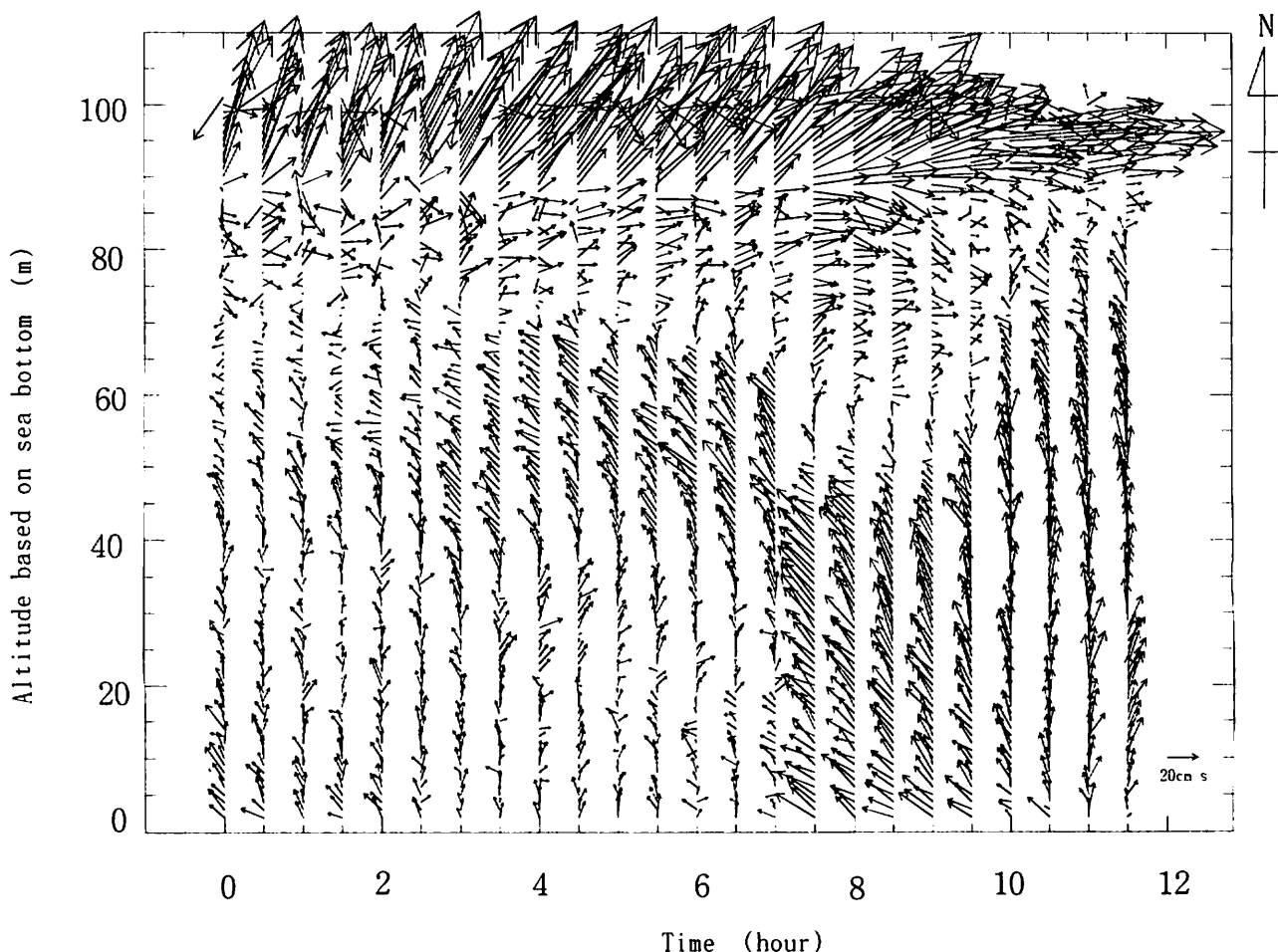


図-3 流速ベクトルの水深分布

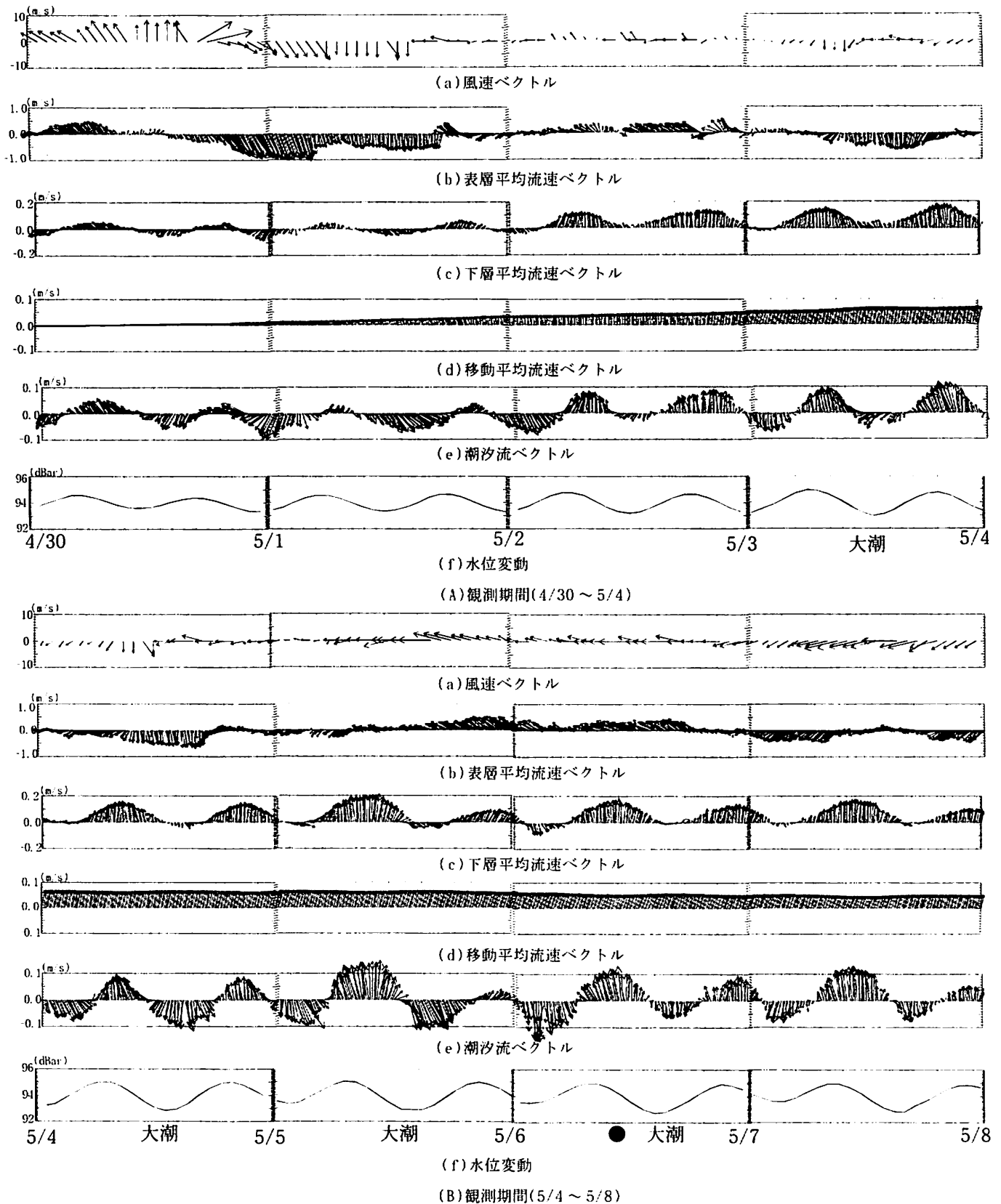


図 4 流速ベクトル及び風速ベクトル

えるものであり、深層水の挙動や河川からの栄養塩の挙動を含めて、サンゴと流れとの干渉へも大きな影響を及ぼしているものと想定され、今後より詳細な解析結果が期待される。

写真-4は、島の周りに潮汐が作るせん断渦流を上空より捉えたものである。このせん断流は渦層流で形成されている。この渦

は、栄養塩に富む下層の深層水を湧昇させる作用を持っており、この流れとサンゴ礁の成長や好漁場の形成とは深い関係を有するものと推測され、この方面での解析も現在進められている。

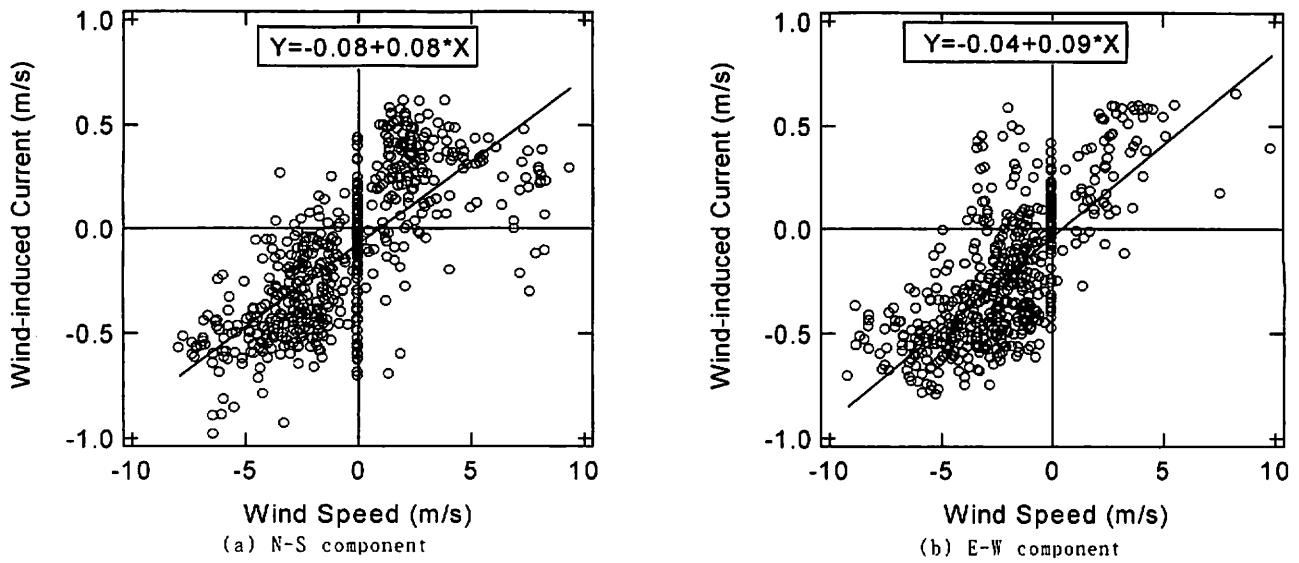


図-5 表層平均流と風との相関

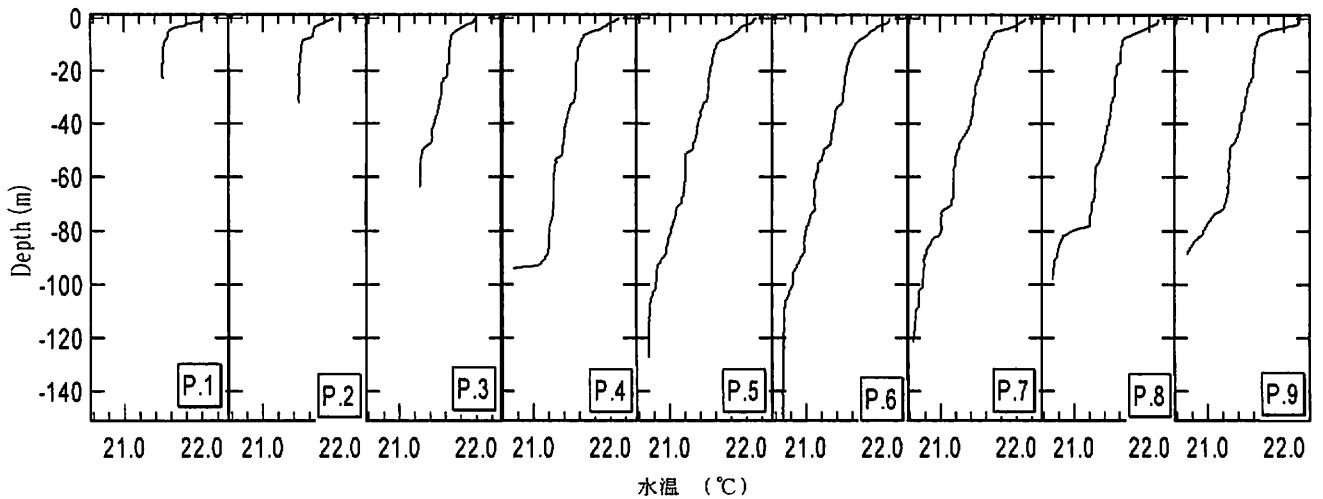


図-6 水温の水深方向分布

#### 4. おわりに

本論文では、南西諸島の海洋調査プロジェクトで得られた海流に関するデータを用い、沖縄近海の流れ特性について述べた。超音波流速計のデータは、通常の観念を突き破るような流れが沖縄近海に存在していることを示した。特に、吹送流に関しては、風速の大きさの9%にも達することが示され、強い日差しでできた南西特有の温度躍層の存在により風の運動量が表層に蓄えられるというメカニズムでそれが形成されていることが分かった。また、下層の流れについては、潮汐流を超える渦流が存在することや、吹送流の反流が存在することなどが示された。この解析は始まったばかりであり、今後より詳細な解析を通じて深層水の挙動やサンゴ礁と流れとの干渉問題について検討する予定である。

#### 謝辞

本研究の一部は、文部省科学研究費(61,000千円, 研究代表者: 仲座栄三)の援助を受けて実施されており、ここに記し感謝の意を表します。また、琉球大学環境建設工学科水工学研究室の



写真-4 島の周りに潮汐が作るせん断渦流

学生、牧野敏明、仲宗根敦、宮當大志には観測に際して多大な協力を得た。ここに記し、感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 阿保勝之・杜多哲・高柳和史・藤原建紀(1999): ADCPを用いた五ヶ所湾の内部潮汐観測, 土木学会, 海岸工学論文集, 第46巻, pp401-405.
  - 2) 宇野木早苗・久保田雅久(1996): 海洋の波と流れの科学, 東海大学出版会, p. 356.
  - 3) 木村竜治(1983): 地球流体力学入門, 東京堂出版, p247.
  - 4) 川崎浩司・尹鍾星・中辻啓二(1999): 風外力が及ぼす密度成層水域の内部流動シミュレーション, 土木学会, 海岸工学論文集, pp. 436-pp. 440.
  - 5) 八木宏・日向博文・内山雄介・灘岡和夫(1999): 熱変動特性からみた夏季鹿島灘沿岸域における海水流動特性の解明, 土木学会, 海岸工学論文集, 第46巻, pp. 396-400.
-