

タイ国Chao Phraya川感潮域における ADCPを用いた流速観測

FLOW VELOCITY OBSERVATION USING ADCP IN TIDAL AREA OF THE CHAO PHRAYA RIVER, THAILAND

笹川幸寛¹・手計太一²

Yukihiro SASAKAWA and Taichi TEBAKARI

¹学生員 学士 富山県立大学大学院 環境工学専攻 (〒939-0398 富山県射水市黒河5180)

²正会員 博(工) 富山県立大学講師 工学部環境工学科 (〒939-0398 富山県射水市黒河5180)

This paper reported that flow velocity and river discharge observation using ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) were carried out in tidal area of the Chao Phraya River, Thailand.

As a result of the observation, it is considered that the sea water was flowing backward until Anghong city which is located more than 50 km from Ayuttaya city. It is too difficult to observe using ADCP because the river was jammed with ships until 50 km from the river mouth in the daytime. It needs to be examined social and economic situations in the river.

Key Words : Flow velocity, ADCP, the Chao Phraya River, Thailand

1. はじめに

1982年に米国で開発されたADCP(超音波ドップラー多層流向流速計)は、欧米を中心に全世界で広く利用され、研究分野のみならず現業でも高く評価されている。我が国においても、平成24年6月に改定された「河川砂防基準 調査編」の中で、主要な流量観測手法の種類の一つとしてADCPによる手法が記載された。

開発途上国においても、利便性やコストを鑑み、ADCPを現業に利用する国・地域が広まっている。しかしながら、支援国によって高度な機器だけ提供され、附属する活用技術やノウハウなどの提供は軽視されているのが実情である。高度な機器を有効に利用し続けてもらうためには、活用技術やノウハウは継続的に支援する必要がある。

著者らのグループでは、10年以上にわたりタイ王立灌漑局に水文観測のアドバイスを行ってきた。2013年12月、タイ最大かつ社会・経済的に最重要であるChao Phraya川の感潮域において、ADCPを利用した流況観測を王立灌漑局と共同で実施したので本稿で報告する。

また、最近海外において水理・水文観測を実施するプロジェクトが多くなっているため、著者らのグループにおける問題点も合わせて報告する。

2. Chao Phraya川

図-1に示したのが、Chao Phraya川流域の地形図と河川網である。地形的には、北部の上流域は山岳地帯、中流域は氾濫原、下流域はデルタである。北部から流れるPing川(流域面積36,018km²)、Wang川(流域面積11,708km²)、Yom川(流域面積24,720km²)、Nan川(流域面積34,557km²)中流域に位置するNakhon Sawanで合流し、Chao Phraya川が始まる。さらに西側からSakae Krang川が流入し、そしてAyutthayaで東から流れるPasak川(流域面積18,200km²)と合流し、タイ湾へ流れ出る。一般に、上述した7つの河川を併せてChao Phraya川流域と呼ばれている。

ここで、日本を代表する河川とChao Phraya川流域の縦断形状を図-2に示す。例えばChao Phraya川に着目すると、上流端にあたるNakhon Sawanから河口までは約310km、標高差は約25.6mということから、縦断勾配は約1/12000となり、非常に緩やかであることがわかる。Chao Phraya川流域上流部(支川)縦断勾配と日本国内でも緩やかな勾配の河川の一つである信濃川(1/5000)比較しても、さらに緩やかであることがわかる。

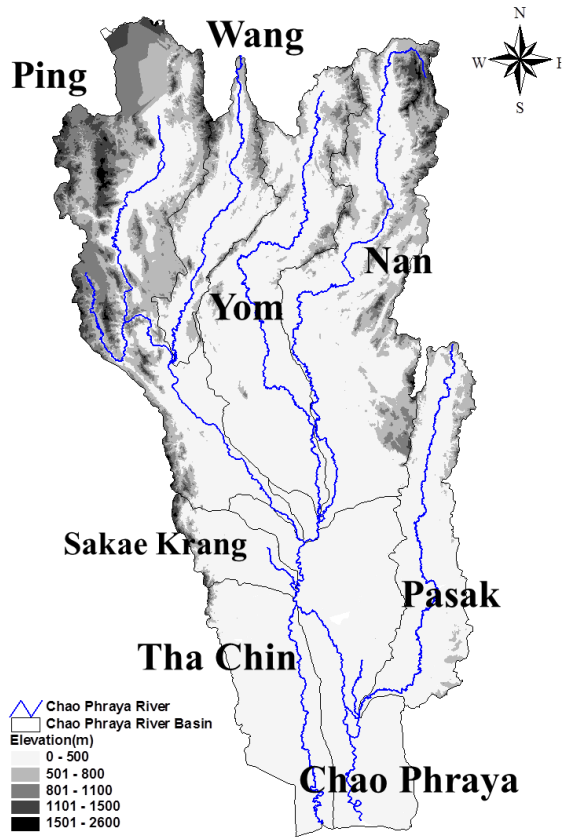


図-1 Chao Phraya川流域の地形図と河川網.

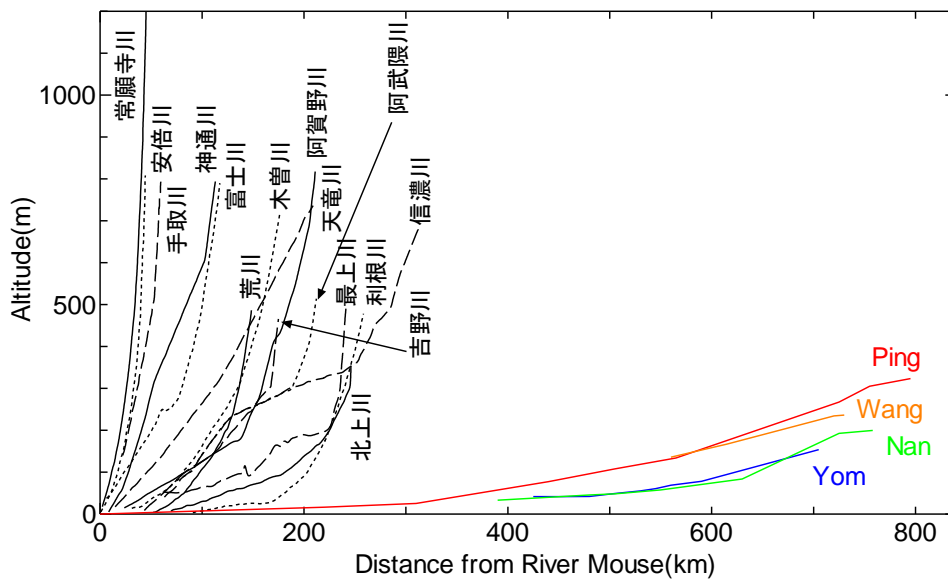


図-2 日本を代表する河川とChao Phraya川流域の縦断形状.

3. 観測概要

本章では、観測機材、観測場所について詳述するとともに、海外への機材搬送についても報告する。

(1) 観測機材

観測に用いた機材は、ADCP本体、ADCPを曳航するリバーボート、無線装備、12Vバッテリー、携行型発電機、PC、工具類である。利用した航空会社は、荷物の個数に応じて超過料金が発生するため、機材のパッケージに十分に注意が必要であった。

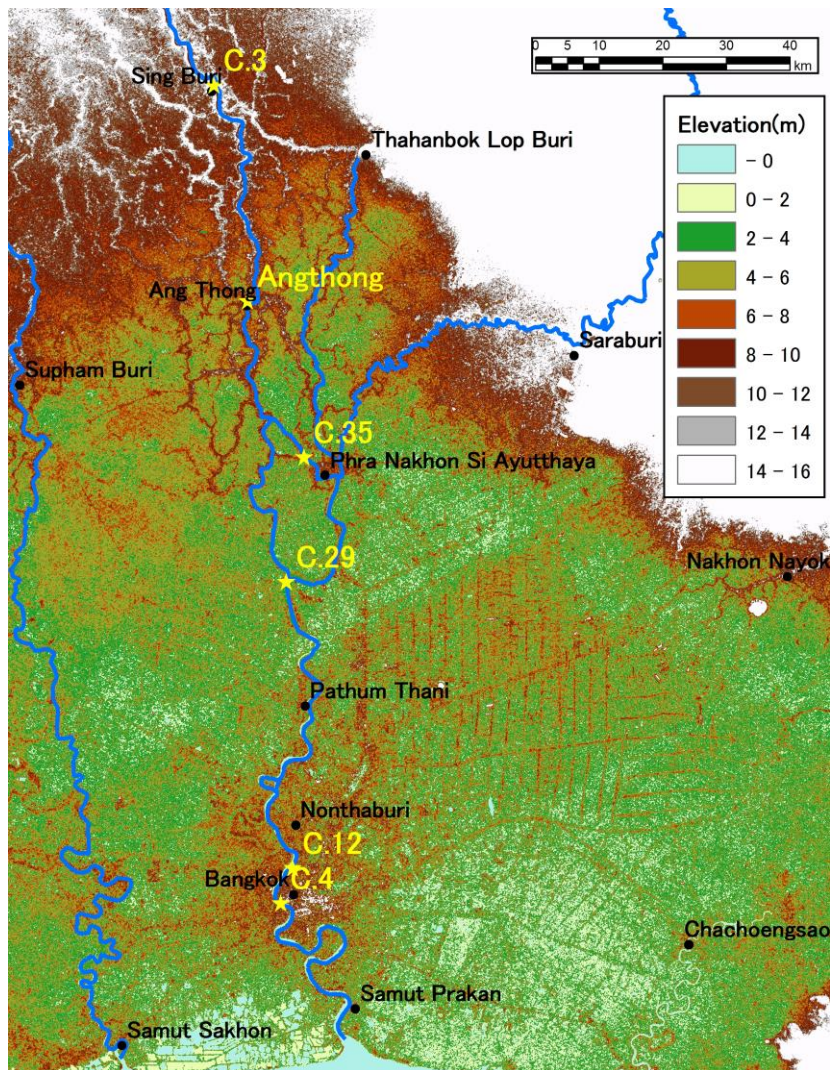


図-3 観測場所.

表-1 観測場所の詳細.

| 観測箇所名 | 都市名 | 北緯 | 東経 | 河口からの距離(km) |
|---------|----------|----------|-----------|-------------|
| C.29 | Ayuttaya | 14-11-33 | 100-30-23 | 72 |
| C.35 | Ayuttaya | 14-22-08 | 100-31-53 | 91 |
| C.12 | Bangkok | 13-47-14 | 100-30-56 | 28 |
| C.4 | Bangkok | 13-44-15 | 100-29-55 | 23 |
| C.3 | Singburi | 14-53-44 | 100-24-14 | 151 |
| Anghong | Angthong | 14-35-25 | 100-27-06 | 117 |

また、バッテリーは預けることができないため、機内持ち込みをしなければならないが、空港のセキュリティチェックで説明する必要がある。

さらに、携行型発電機については、機内へ預けること、そして機内持ち込みも拒否された。航空会社の許可リス

トにない機材であったためである。

結局、12Vから100Vもしくは200Vに変換するための変圧器を現地で調達したが、そのために半日を要した。

(2) 観測場所

表-2 本観測で利用したADCPの設定コマンド.

| コマンドNo | Com1 | Com2 | Com3 | Com4 | Com5 | Com6 |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 計測モード | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 11 |
| Sub-Pings | 8 | 6 | 6 | 8 | 30 | — |
| 計測層厚 | 0.1 m | 0.1 m | 0.2 m | 0.2 m | 0.1 m | 0.05 m |
| 計測層数 | 170 | 170 | 60 | 50 | 25 | 80 |
| アンサンプルタイム | 6.23 s | 5.13 s | 2.56 s | 2.55 s | 0.101 s | 1.21 s |
| ウォーターピン具数 | 3 | 3 | 3 | 3 | 7 | 3 |
| ボトムトラック機能 | on | on | on | on | on | on |
| ボトムピング数 | 3 | 3 | 3 | 3 | 7 | 3 |
| 固定観測における 流速誤差の標準偏差 | 6.35 cm/s | 7.33 cm/s | 5.44 cm/s | 4.71 cm/s | 2.15 cm/s | 0.77 cm/s |
| 計測コーディネーション | アース コーディネート | アース コーディネート | アース コーディネート | アース コーディネート | アース コーディネート | アース コーディネート |

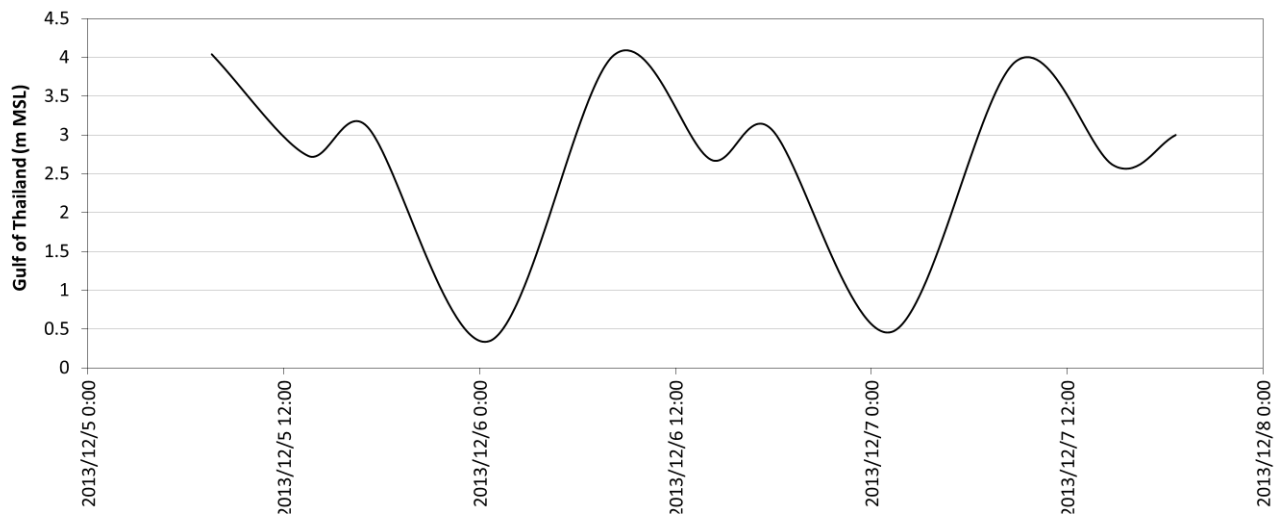


図-4 観測を実施した2013年12月5日から7日のタイ湾の観測潮位.

観測場所と位置の詳細を図-3と表-1に示す. 一般に, 河口から約100 km上流のAyuttaya付近までが感潮域だと知られているが, 科学的に定かでないため, さらに50 km上流のSingburiまで遡り観測を行った.

観測場所は, 安全に橋上操作もしくは船舶航行が可能な断面を選択した. 歩車分離されていない橋が多く, 橋上操作は限定的に実施した. 船舶については, 灌漑局の現地スタッフの個人所有のボートをその場でレンタルした. また, 渡し船事業者や釣り人にレンタルすることもあった.

4. 観測結果

本観測で利用したADCPの設定コマンドを表-2に示す.

流況や移動観測, 定点観測によって設定を変更した. また, 観測を実施した12月5日から7日のタイ湾の観測潮位を図-4に示す.

(1) 流量観測 (橋上操作)

写真-1はC.35観測所下流の橋上でADCPを操作している風景である. 図-5はC.35観測所下流の橋上から操作して得られた観測結果である. 図中に示した値は流量, 負は逆流を意味している (以下, 他図においても同様). 往復2回の観測ともに概ね同様の流量値が得られた. 流速が小さく, 途中で橋脚があるため, 操作が難しかった.

(2) 流量観測 (ボート観測)

写真-2はC.29観測所におけるボート観測の風景である. 渡し船の個人事業者に船をレンタルした. 図-6はC.29観



写真-1 C.35観測所下流の橋上でADCPを操作する風景.

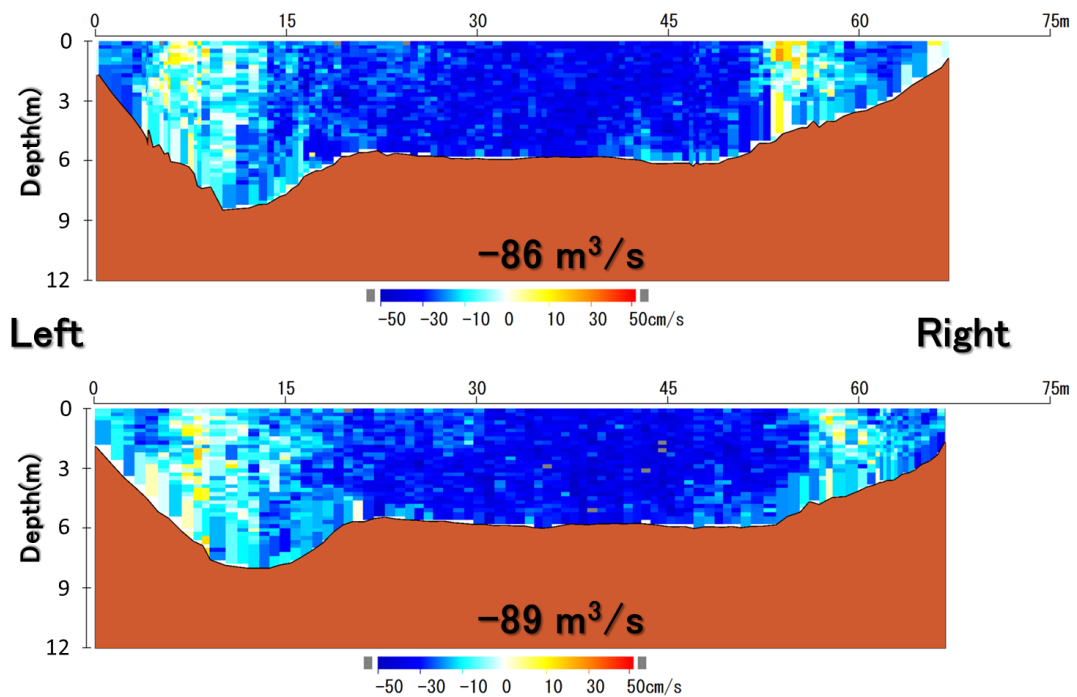


図-5 C.35観測所下流におけるADCPによる流量観測の結果(コマンド : Com3).

測所においてボート観測を実施した結果である。3回ともにコマンドを変えて観測を行った。いずれの結果ともに同様の流量値が得られた。

写真-3はC.3観測所におけるボート観測の風景である。図-7はC.3観測所においてボート観測を実施した結果である。4回の観測ともに流況は概ね同様の結果が得られた。しかし、流量値については最大約20%の誤差がある。

ボートの操作に因る影響であると考えられる。

写真-4はAnghong付近におけるボート観測の風景である。図-8はAnghong付近においてボート観測を実施した結果である。往復2回の観測の結果、流況、流量ともに同様の結果が得られており、概ね精度良く観測できたと考えられる。



写真-2 C. 29観測所におけるボートを用いた観測の風景.

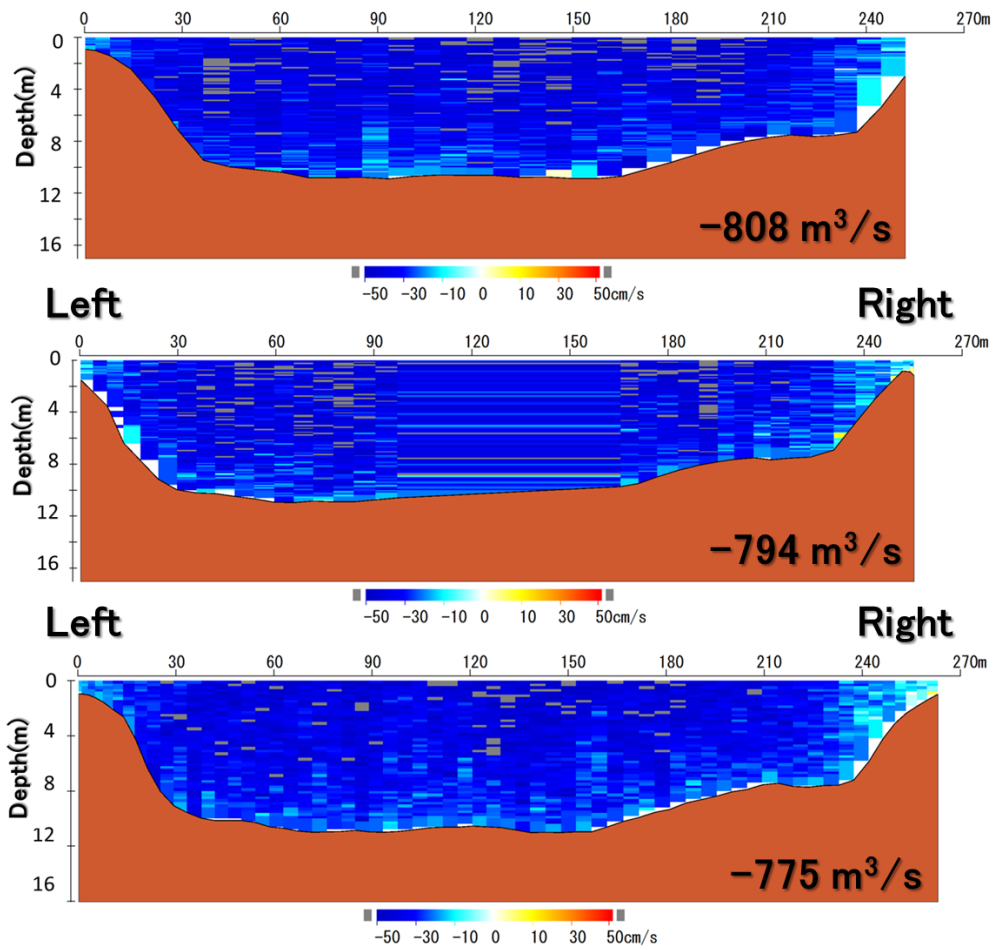


図-6 C. 29観測所におけるADCPによる流量観測の結果(コマンド上 : Com1, 中 : Com2, 下 : Com3).



写真-3 C. 3観測所におけるボート観測の風景.

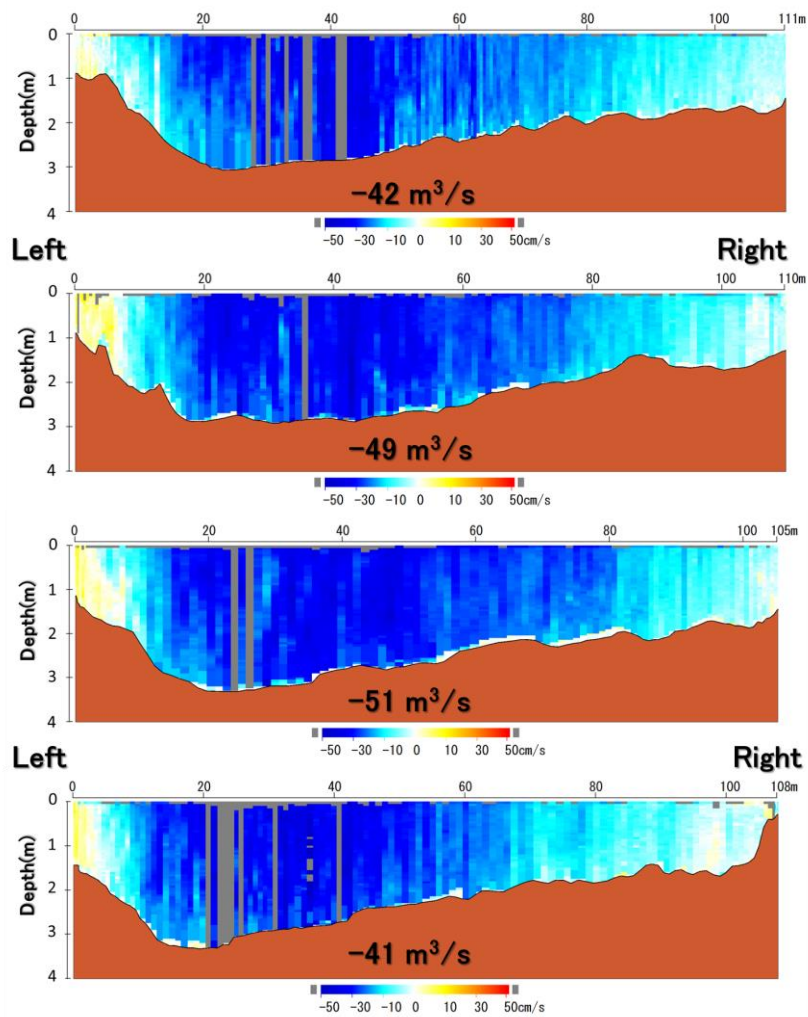


図-7 C. 3観測所におけるADCPによる流量観測の結果(コマンド: Com6).



写真-4 Angthongにおけるボート観測の風景.

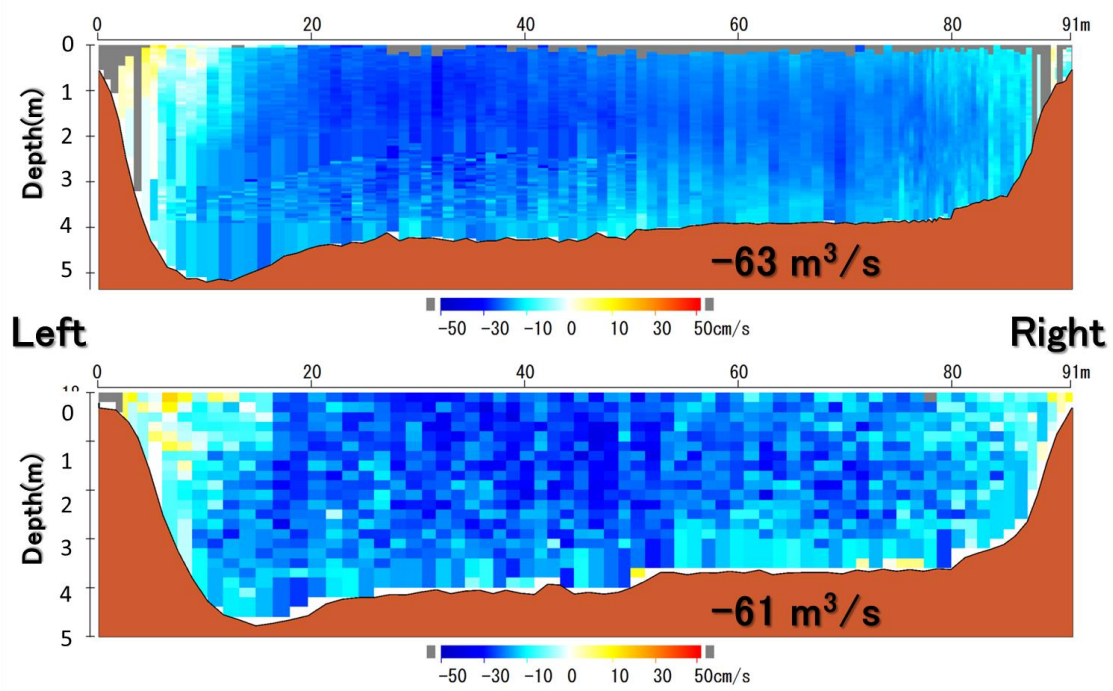


図-8 AngthongにおけるADCPIによる流量観測の結果(コマンド上 : Com6, 下 : Com4).

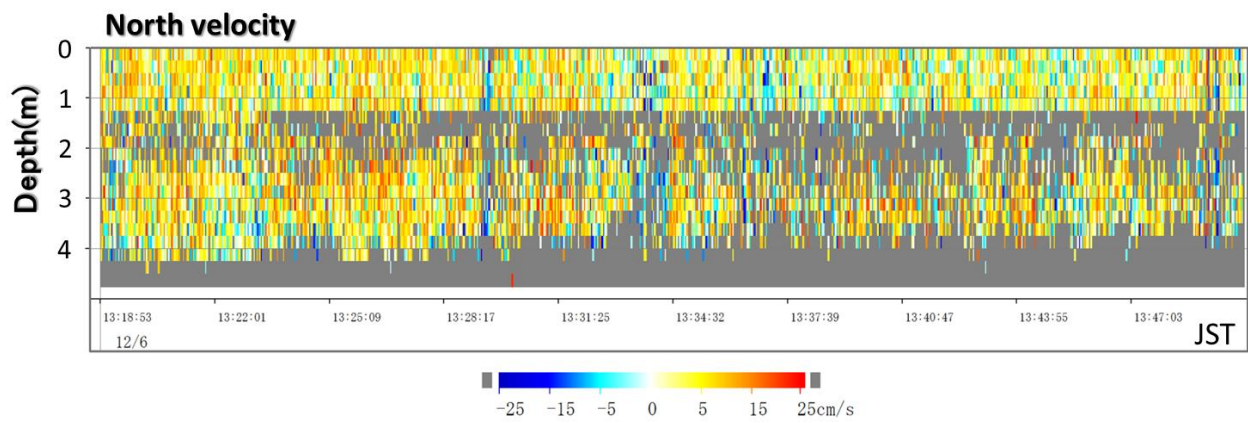


図-9 C. 12観測所におけるADCPIによる流量観測の結果(コマンド : Com4).

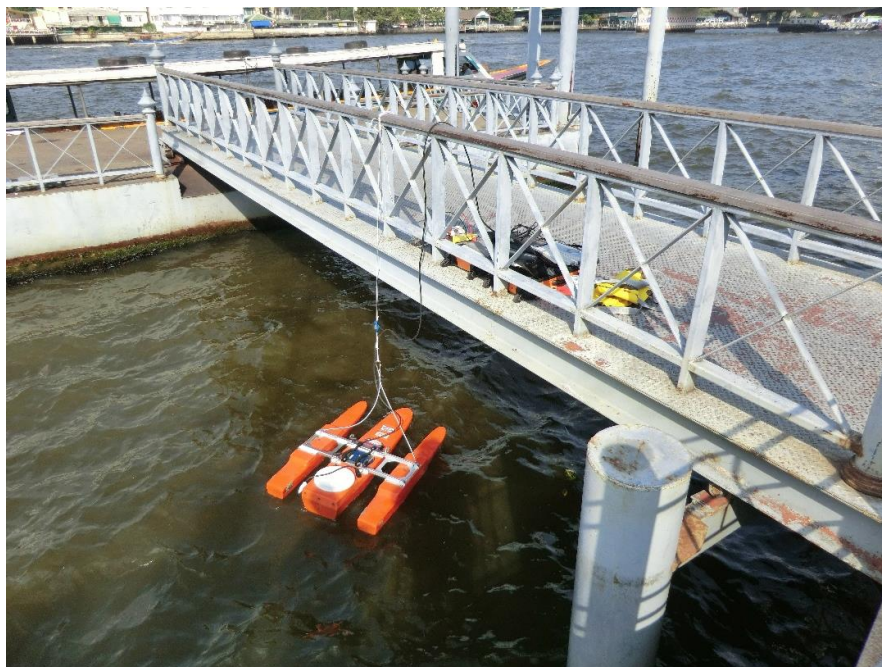


写真-5 C. 4観測所における定点観測の風景.

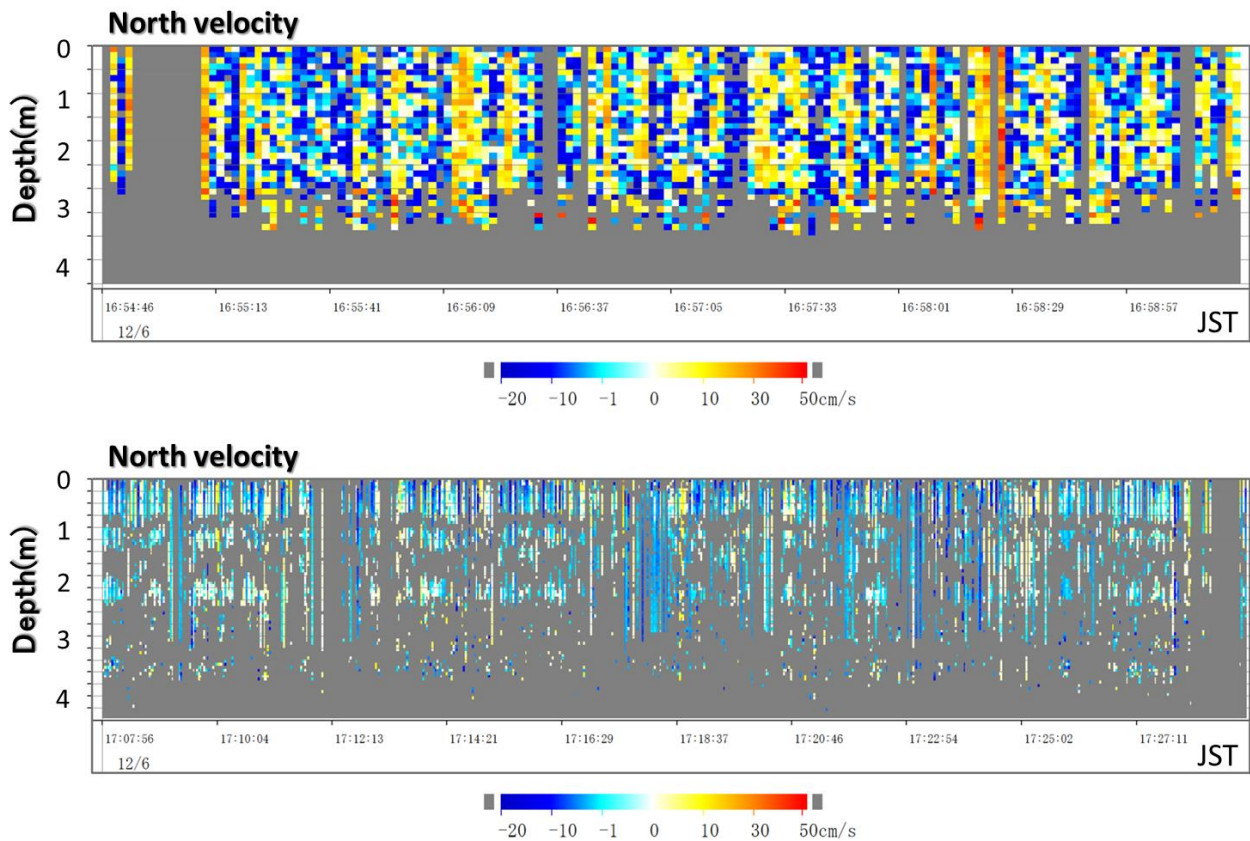


図-10 C.4観測におけるADCPによる定点流速観測の結果(コマンド上: Com5, 下: Com6)。

(3) 定点観測

図-9はC.12観測所(灌漑局本部)における定点観測の結果(北方成分)である。北向きが正であるため、全体に逆流をしていることがわかる。水深2 m付近に灰色の欠測が多いのは、船舶の航行が多く水表面が波立ち、ADCPの揺動が大きいことが原因であると考えられる。

写真-5はC.4観測所における定点観測の風景である。Chaophraya Express Boatの船着き場に一定時間係留させてもらった。図-10はC.4観測における定点観測の結果(北方成分)である。北向きが正であるため、全体に逆流をしていることがわかる。上述したC.12観測所よりもさらに全層にわたって欠測が頻出している。商用船、観光船、公共交通船など極めて多くの船舶が航行しているため、水表面が波立ち、ADCPの揺動が大きいことが原因である。コマンド設定をいくつか試行したが、計測は困難であった。

5. おわりに

2013年12月、Chao Phraya川感潮域において、ADCPを利用して流況、流量観測を実施した。

その結果、経験的に示されてきた感潮域よりもさらに上流まで逆流していることが示唆された。

船舶航行の多い河口付近では、ADCPを横断させて流量を計測することのみならず、定点であっても観測が難しい。夜間の実施するなど社会・経済状況を考慮する必要がある。

謝辞: 観測に際して、橋田隆史氏(株式会社ハイドロシステム開発代表取締役)に助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 橋田隆史, 下田力, 疋田真, Hening Huang: ADCPによる河川洪水観測の先進技術と観測に際しての基礎的な技法について, 河川流量観測新時代, pp.19-24, 2010.
- 2) 手計太一: タイ王国・Chao Phraya川流域における社会変化と水循環の相互作用に関する研究, 中央大学博士論文, 197pp, 2006.
- 3) 吉川秀夫: 河川工学, 朝倉書店, p.93, 1966.

(2014. 2. 10受付)