

河川流量観測の国際基準

INTERNATIONAL STANDARDS FOR DISCHARGE MEASUREMENT OF RIVERS

中尾 忠彦¹
Tadahiko NAKAO

¹正会員 工博 財団法人 河川情報センター (〒102-8474 東京都千代田区麹町1-3)

World Meteorological Organization (WMO), a specialized organization under United Nation in charge of coordination of national meteorological services, constitute a regulation for hydrological service named " Technical Regulations Volume III Hydrology" as well as "Guideline for Hydrological Practice." International Standardization Organization (ISO) has constituted many International Standards concerning discharge measurement in open channels to enhance international trade.

Japan has its own technological standard based on its history of water resources development works. The author shows that Japanese practice is basically conforming to those international standards. He points out that acoustic Doppler technology may be very powerful to help us understand the flow structure and mitigate uncertainty in flow measurement.

Key Words : WMO, ISO, discharge measurement in rivers, ADP, float coefficient

1. はじめに

河川の流量観測は、国民の貴重な財産である河川の状況を把握する重要な業務であり、Costaら¹⁾が「河川流の定量的な把握は経済的・社会的そして政治的な安全のために欠かせない。"Quantification of streamflow is essential for economic, social, and political security."と述べているとおりである。このため、水文観測は各国で国の定常業務として行われており、わが国では国土交通省が「水文観測業務規程²⁾」のもとに実施しており、その技術的な裏付けとして「河川砂防技術基準³⁾」が制定され、実際的なマニュアルとして「水文観測⁴⁾」が発行されている。なお、電気事業法に基づく発電水力調査のための水文観測が行われ、マニュアル⁵⁾も発行されている。

流量観測については、国内の基準にくわえて世界気象機関(WMO)や国際標準化機構(ISO)も基準を定めている。わが国の研究者による新しい手法も、国際的な基準に位置づけられるのが、研究成果を広く世界に活用してもらうためにも望ましいことであると考えられる。また、国際化の時代にあつて国内の基準が国際的な基準に照らしてどのようなものなのか、知っておくことも必要であろう。

以下では、WMOとISOの基準の概要を述べ、若干

の観点からわが国の基準との比較を試みる。

2. 世界気象機関の基準

(1) 世界気象機関の概要

世界気象機関^{6,7)}(World Meteorological Organization, WMO)は、国際連合の専門機関の一つで、気象業務の国際的な標準化と改善および調整、並びに各加盟国間・地域間における気象情報・資料の効率的な交換の奨励をおもな業務としている。世界の183の国と6の地域が参加している(ウィキペディア)。総会のもとに基本システム、測器と観測法、大気科学、航空気象、農業気象、気候学、海洋学と海洋気象の各分野別委員会と並んで水文委員会(Commission for Hydrology, CHy)が設置されている。

水文委員会は、基本的な水文観測網、水資源の評価、洪水予報と洪水被害、気候変動への適応に関する問題の解決に当たり、技術の交流と人材開発を推進している。WMOは政府間の組織であり、日本からは気象庁長官が常任代表(Permanent representative)となっている。水文に関わる業務を気象部局以外の組織が担当している国があり、そのような国は常任代表に対する水文顧問(Hydrological adviser)を任命しており、わが国もその一

つである。

(2) WMOが定めている基準

WMOは各種の基準とガイド、マニュアルを制定し、出版している⁸⁾。技術的に重要なものは、Technical Regulationであり、I. General meteorological standards and recommended practices, II. Meteorological service for international navigation, そしてIII. Hydrology⁹⁾から成っている。これらは総会の議決を経たものであり、加盟国が義務的に守るべき事項と、守ることが望ましい勧告事項とが含まれている。ただし、水文分野は、"Volume III of the Technical Regulations presents recommended practices and procedures in hydrology."とあって、勧告事項のみが述べられている。

WMOはより具体的に観測方法を説明した"Guide to Hydrological Practices"¹⁰⁾ (以下「ガイド」) を定めている。従来ガイドは冊子であったが、2008年の新版からはインターネットで無料でpdfをダウンロードできるようになった。これは内容を常に最新のものにできるように、という趣旨であると説明されている。確かに1994年の第5版¹¹⁾には超音波ドップラーによる流速計のことが目次にも索引にもなく、本文にも見当たらなかった。

ガイドのほかに"Manual on Stream Gauging"¹²⁾という「マニュアル」や、"Manual on Flood Forecasting and Warning"も発行されていて、同じサイトからpdfを入手することができる。

3. 国際標準化機構の基準

(1) 国際標準化機構の概要

国際標準化機構^{13),14)} (International Organization for Standardization, ISO) は、電気分野を除く工業分野の国際的な標準である国際規格を策定するための組織である。本部はスイスのジュネーブにあって、スイス民法による非営利法人という位置づけである。非政府組織であるが、各国から一つの機関だけが参加できることになっていて、日本の場合、工業標準化法に基づいて経済産業省の審議会として設置されている日本工業標準調査会 (JISC) が参加しており、各国とも同様である。

ISOは主要な産業分野ごとに技術委員会(Technical Committee, TC)をおいて標準化を進めている。TCはTC1 (ネジ) からTC229 (ナノテクノロジー) までであるが、TC113が、Measurement of Liquid Flow in Open Channels (開水路における流量測定) を担当している。Liquid flowというと、水以外の液体も対象としていると誤解されかねないので、単に"Flow in Open Channel"と呼ぶことになった。

TCはさらにSC (Sub Committee, 小委員会) に分かれており、TC113には現在6つのSCがある。また必要に応じてWG (Working Group, 作業部会) を置いている。TCおよびSCへの参加にはPメンバー (Participant), Oメンバー (Observer) という区分があり、それぞれにPメンバー、Oメンバーとして議論する。Oメンバーでも発言は自由であり、表決に参加できないだけである。

TC113のPメンバーは18、Oメンバーも18であるが、同数なのは偶然であり、他のTCではまた異なった数になっている。合わせて36のメンバーがいることになるが、最近6回の総会に1回でも出席した国は11であり、そのうち欠かさず出席した国はアルファベット順に中国、インド、日本、スイス、UK、USAの6カ国である。

JISCは分野によっては別の組織を国内審議団体としてISOへの対応を委任している。TC113については、JISCから土木学会に委任されている。土木学会は水工学委員会の下に「ISO/TC113国内検討委員会」をおいて対応している。

以下にISO/TC113の構成を示す。番号のあとのP、Oというのはわが国が参加している資格を示している。

- ・TC113 : P
- ・SC1 : P, Velocity Area Method (流速面積法, 一番中心の小委員会)
- ・SC2 : P, Notches, Weirs and Flumes (せき及びフリームポンプ関係の企業に関わりが深い)
- ・SC3 : O, Glossary of Terms (用語)
- ・SC5 : P, Flow Measuring Instruments and Equipment (流量測定用機器および装置)
- ・SC6 : O, Sediment Flow (流送土砂)
- ・SC8 : O, Ground Water (地下水)

欠番は、かつて設置されていたが廃止されたもので、SC4はDilution Methodsだった。

(2) ISOが定めている基準

ISOは、IS (International Standard, 国際規格), TS (Technical Specification, 技術仕様書), TR (Technical Report, 技術報告書) を発行している。このうちISは、単にISOと呼ばれる。

たとえば、開水路の流量測定の基本となる流速面積法の基準は、"ISO 748:2007 Measurement of liquid flow in open channels - Velocity-area methods"であり、まだISになっていないADPの基準は"ISO/TS 24154:2005 Hydrometry - Measuring river velocity and discharge with acoustic Doppler profilers"というタイトルである。

TC113は2012年9月現在で72件の基準を定めている。そのうち主なものは以下のようである。いずれもISOのサイト¹⁵⁾からオンラインでpdfを購入す

ることができる。

- ・ ISO 748:2007 流速面積法による開水路の流量測定(CHF150, 約¥13,000で販売)
- ・ ISO 772:2011 用語集 (CHF192, 約¥16,500で販売, 以下価格を省略)
- ・ ISO 1088:2007 流速計を用いた流速面積法における不確定性を評価するためのデータ収集・処理方法
- ・ ISO 1438:2008 薄刃堰による開水路の流量測定
- ・ ISO 2537:2007 回転式流速計の仕様
- ・ ISO 3454:2008 直接音響測深と懸架装置
- ・ ISO 3455:2007 直線水槽における流速計検定
- ・ ISO 4366:2007 水深計測用音響測深機
- ・ ISO 4373:2008 水位計測機器
- ・ ISO 4375:2000 流量観測用のケーブルシステム
- ・ ISO 6420:1984 水文観測船の位置決め機器
- ・ ISO/TR 11328:1994 結氷下の流速測定
- ・ ISO 11655:1995 水文測器の性能規定法
- ・ ISO/TS 24154:2005 ADPによる河川の流速流量測定
- ・ ISO/TS 24155:2007 水文データ伝送システム
 - システム要件の規定
- ・ (CEN/318 Hydrometry Committee 水文計測における不確定性評価ガイド)

(3) ISO/TC 113における基準の審議

TC 113は、おおむね1年半ごとに全体会議を各国持ち回りで開いている。会期は1週間で、初日に全体会議を、以後各SCの会合、WGの会合を行い、最後に全体会議に各SC、WGの議事を報告して締めくくる。実際には参加者はほぼ同じで、SC1の会合になるとSC1の議長(Chairperson)と幹事(Secretary)が議長・幹事席に着き、SC5になるとまた入れ替わる。

ISOでは電子式の投票によっても重要な意思決定がされる。

ISOの国際基準ISは5年ごと、TS以下は3年ごとに定期見直し(Systematic Review)があり、継続するか、修正するか、廃棄するか、投票が行われる。投票の都度、その基準が国内基準としてそのまま使われているか、参考にされているか、使われていない場合その理由、などの質問にも答えることになっている。

修正意見としてたとえば、大河川で観測船の位置を決めるのに六分儀で角度を測るという規定があったので、現時点においてはGPSで行うのを本則にすべきだとわが国から意見を出したことがある。ちなみに六分儀を使うというのは、ガンジス川など洪水期の水面幅が何キロメートルもある河川を想定しているようであったが、インドの代表が「インドでももう六分儀など使っていません。」と会合で発言したことがあった。

新規にISやTSを制定するよう提言することもできる。わが国からは、観測データのテレメータ伝送に関する

TSを提案し、審議・投票を経てTSになった。現在はさらにISに格上げするよう提案し、手続きをとっているところである。国際基準にするまでにはかなりの時間を要する。テレメータの基準をTSとして発行させるまでの経過が参考になろう。

- ・ 2001年1月、ISO/TC 113北京総会においてISO 6419 (水文データ伝送システム) が陳腐化を理由に廃止され、SC 5において新しい基準を策定することとなった。原案は中国が作成することとなった。
- ・ 2001年9月、ニューオーリンズ総会で日本に原案作成への協力を要請された。
- ・ 2002年3月、ロンドンにおいてSC 5の会合が開かれ、日本はWG (Working Draft, 作業原案) を提出しておおむね了承された。中国は欠席。アメリカの意見を入れて修正。
- ・ 2002年9月、ベルン総会に中国が独自の原案を提出したので、アメリカを座長に、中国・日本でWGを設けて検討することとなる。
- ・ 2004年5月、つくば総会において、日本案をベースに最終調整を行い、のべ10時間以上の討論の結果、合意に達し、CD (Committee Draft, 委員会原案) への登録が認められた。
- ・ 2004年7月、合意案が正式にCDとして登録された。
- ・ 2005年12月、プネ (インド) 総会においてDT S (Draft Technical Specification, 技術仕様書案) として投票にかけることが承認された。
- ・ 2007年5月、投票を経て、ISO/TSとして発行された。

現在このTSをISに昇格させるよう手続きを進めている。TSはTC 113内部の投票でよいが、ISとするにはさらにISO加盟国全体の投票が必要である。

日本の技術をISの中に取り込んでもらうのに成功しても、うっかりしているうちに定期見直しで外されてしまった、という例がある。ISなりTSに採択された後も担当分野の動向を見ている必要がある。

4. WMOとISOの関係

WMOは国家間の組織であるから、ISOは参加していないが、ISO/TC 113にはWMOがオブザーバーとして参加している。ただし、2004年以降6回の総会でISOから参加したのは2009年のバーミンガムと2012年のベルン総会と2回だけである。

WMOのガイドの改定に当たって、6名で構成する見直し委員会、第1巻の改定原案執筆者11、査読者10、第2巻の原案執筆者20、査読者18の合計65名、重複を除くと58名の専門家の名前が挙げられている。一方、2004年5月から2012年5月まで6回のISO/TC 113総会に1回でも出席した人は11の国で

少なくとも83名に及んでいる。これらWMO 58名、ISO 83名の中で両方に名が出ているのは2名だけである。

これからすると、WMOとISOとは独立に活動しているように見える。しかし、WMOのガイドには参考文献としてISOの基準を多数掲げ、ISO/TC 113を長年にわたってリードしたR.W. Herschyが編集した、ISO基準の解説書とも言うべ"Hydrometry"¹⁶⁾をしばしば引用している。また、本文にもISO基準を引用して記述している部分が目につく。特に流量測定を扱う第1巻第5章にはほとんどページごとに引用がある。

ガイド以外の刊行物についてみると、WMOのManual on Stream Gaugingは元の版の著者がR.W. HerschyとUSGSのS.E. Rantzであり、Rantzはアメリカ地質調査所USGSの流量観測のマニュアル1983年版¹⁷⁾の著者でもある。USGSはISO/TC 113のアメリカ代表として議論をリードしている。このように、両者の間に人的関係がないわけではない。マニュアルの内容を見ても、浮子についての説明など、細部までよく似ている。

互いに相手の基準に注意を払っているのは確かである。WMOガイドの第5版では浮子による場合、投下本数を15本から35本と、実河川における流速分布の複雑さを考えるとそうなるのではあろうけれども、およそ実際とかけ離れた記述であった。ガイドの第6版では"The number of segments should be not less than three, but where possible a minimum of five should be used."となって「水文観測」の「緊急やむをえない場合」よりも少ないくらいになっている。これはISOの基準ISO 748:2005の規定(7.2.3 Measuring procedure)を参考にしたと推測される。

5. 国際基準からみたわが国の流量観測実務

わが国に近代河川工学が導入され、流量観測が行われるようになってからも1世紀以上の時間が経過し、わが国の河川の状況に合わせた手法を開発して流量観測を行ってきている。一方で、外国ではどうしているのか、という視点も必要であると思われる。以下では、1) 流速の時間変動に関わる測定精度の問題、2) 水深方向の流速分布に関わる問題、3) 浮子観測の問題について国際基準との比較を試みる。

(1) 流速の時間変動に関わる測定精度の問題

木下良作¹⁸⁾は、阿賀野川の洪水に際してADCPを1点に固定して水深方向の流速分布が時間とともにどのように変化するか観測している。このような観測はADCPを用いないでは行えないものであった。木下はもっと

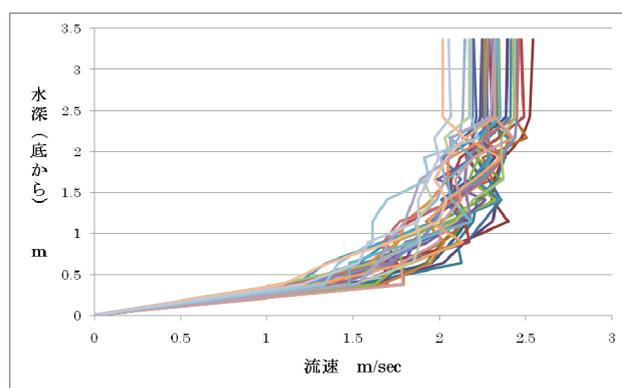


図-1 水深方向の流速分布, 1秒ごと

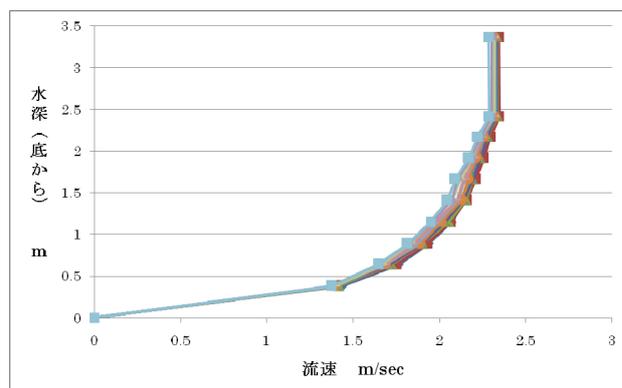


図-2 水深方向の流速分布, 20秒間の平均値

短い時間間隔での観測をしているとのことであるが、1秒ごとに流速軸の原点をずらして、流速分布の線が重ならないように整理している。木下の図から流速の値を読み取って1秒ごと31回の観測結果を、原点を同じにして重ね書きした結果を図-1に示す。

古くから用いられてきている回転式流速計は、ある程度以上の時間をかけないと測定ができないものである。しかも、プロペラが回転することによって発するブザー音を聞いていけば、おのずと流速には時間変動があることが実感できる。しかし、近年多く用いられている電磁式流速計は、瞬時に流速値が表示されるので、とすれば直ちに流速値を読んで、次の観測点に移る可能性もある。そのようなときには観測の不確定性も大きくなる。

図-2は、20秒間の平均値を求めて表示したものである。この流速分布から、河床では流速が0、表面では最も浅い点での観測値と同じ、と仮定して台形公式で流量を求めた。その結果、1秒ごとの観測では流量の変動係数が0.048(データ数31)であったが、20秒の平均では変動係数が0.013(データ数12)となって、20秒間の平均をとると安定した結果が得られる。また31秒間の平均値と比較すると20秒間の平均値は±2%の範囲に入っている。

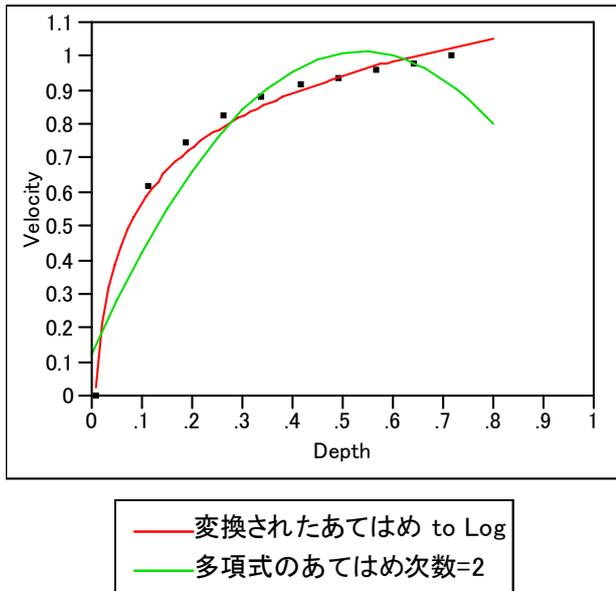


図-3 阿賀野川での流速分布に対する曲線の当てはめ

WMOのガイド (5.3.2.3.2) では、少なくとも30秒以上の時間をかけて測定することと規定している。

日本の河川では、低水時でも時間変化が大きいときがあり、長時間かけて観測していると水位が変化することがある。このようなときには、流量も変化しているのだろうと推測される。わが国のマニュアル「水文観測」(p.122)では少なくとも20秒以上とするものと規定されている。

この問題について木下良作は、15秒間の平均を取れば安定するとしている。

これらを考え合わせると、20秒間以上の平均値をとるというわが国の基準は妥当なものであり、今後ともその励行を図るべきであろう。

(2) 水深方向の流速分布に関わる問題

a) 木下の観測データと外国の典型的な水深方向流速分布とされるものとの比較

木下のデータから水深方向の流速分布を連続31秒間の平均値として求め、曲線の当てはめを行ったところ図-3が得られた。二次曲線の仮定では合わないようで、対数分布の仮定によるときわめて良くあう。ここで、対数分布と仮定し河床での流速が0とすると発散するので、底から0.1%のところの流速を0として計算している。

米国地質調査所USGSの流量観測のマニュアル1983年版はRantzほかの執筆によるもので"Typical vertical velocity curve"を掲げている(Figure 88.)が、これはHulsing, Smith, and Cobbの1966年論文によるという。この図はWMOの新版マニュアルにも引用されている(Figure 1.5.63.)。この、典型的な水深方向の流速分布とされているものについても同様に曲線の当てはめを行ったところ、対数分布と考えてよいことがわかった。

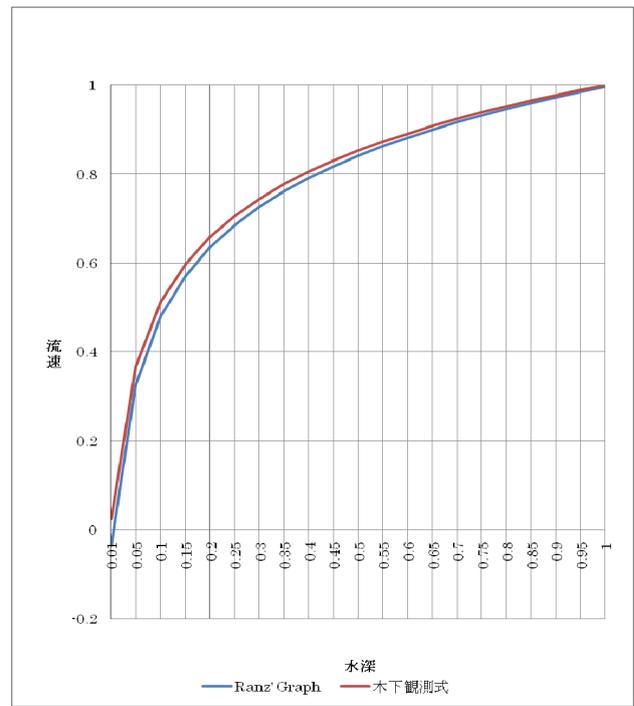


図-4 水深方向の流速分布の形状比較

木下のデータと、外国で典型的な水深方向の流速分布とされているものを、水深の最大値を1、流速の最大値を1としてスケールを合わせて重ね書きすると図-4となり、両者はほとんど一致する。

b) 水深方向の流速分布から導かれる流速公式の再検討
流速計を用いて流量を観測するときには、観測に要する時間の制約があり、2点法とか、1点法という、水深方向の流速測定水深数を減らす方法が一般的である。

木下の観測値で河床を0、表面を1として水深の自然対数を取って回帰分析を行うと次の式となる。

$$\text{流速} = 1.107 + 0.234 * \text{Ln(水深)}$$

水深について河床から表面まで積分すると単位幅の流量0.874が得られるので、流量が1になるように補正する。

$$\text{流速} = 1.266 + 0.268 * \text{Ln(水深)} \quad (1)$$

2点法は、表面から測って2割水深の流速と8割水深の流速を平均すれば当該鉛直断面の平均流速が求められるとするものである。(1)式に代入すると、2割水深では1.206、8割水深では0.834、平均は1.020となる。2点法によれば2%程度の誤差で平均流速を求めることができることになる。

1点法は、6割水深の流速値が平均流速になるとするものである。(1)式を用いて、1.020となり、同様に2%程度の誤差で平均流速を求めることができることになる。

(1)式によれば、表面での流速は1.266となって、その逆数0.79が表面浮子の更正係数となる。表面浮子の



図－5 流速計吊り下げ装置の傾きを測定する

更正係数としてWMOのガイドは数値を挙げていないが、マニュアル(p. I. 8-3)では0.85を"A coefficient of about 0.85 is commonly used to convert surface velocity to mean velocity."として挙げており、わが国のマニュアル「水文観測」でも同様に0.85としている。一方、USGSの2010年版マニュアル¹⁹⁾では0.85 - 0.88としている。ISOの基準(ISO 748:2005)では、0.84から0.90であり、水路が滑らかであれば大きく、粗ければ小さいが、この範囲を外れることもある、としている。また、オランダのBoiten²⁰⁾は河道の粗度nによって異なるとして、 $n=0.012 - 0.016$ に対する0.90から $n=0.029 - 0.037$ に対する0.78までの値を示している。

ここでは表面浮子の更正係数について調べたが、浮子の更正係数についてなお研究しなければならないことがある。「水文観測」にも、「本書では将来の研究によってこれらの事情の明らかになるまで、いちおう簡易なものとして更正係数を定め、流量に余り影響を及ぼさぬ範囲で実用性を増すこととした。」とある。

「将来」の研究とは、ADCPという手段が出てきた「今」において無いであろう。

c) 流速計吊り下げロープの角度

流速計が水流の圧力で押し流されるので、単純にロープを繰り出した長さを用いて流速計の深さを求めると誤差が生じる。WMOのガイド(Figure 1.5.2およびTable 1.5.1)では、吊り下げロープが鉛直からどれだけ傾いているかを測って補正しなければならないとある。実際にベルンのスイス連邦水文研究所の観測所では図－5に示す写真のようにロープ、実際には竿の傾きを分度器で測っている。

ボートの上から吊り下げるものとして、支点から水面までの距離を1.0 m、水深を3.0 mとして8割の2.4 mまで3.4 mのロープを繰り出す。ロープの傾きが14度であったとしてガイドの式(5.3)から実際の深さを求めると2.34 mとなる。水深との比は0.80ではなく、

0.78となる。木下の観測から求めた上の式(1)に0.22(=1.0 - 0.78)を代入すると0.860で8割水深の流速0.834に比して3%大きくなる。2割水深の流速については、1%未満の差となる。2点法で平均すると補正した場合に比較して1.3%大きい流速が得られる。

「水文観測」にはこの補正が示されていないが、わが国では低水流量観測の場合、支持棒に流速計を取り付けて測るのが一般的であり、この補正が問題になることはないだろうと推測される。

6. 結論

河川の流量観測についてWMOとISOがそれぞれ定めている基準を紹介した。

いずれも近年改定が行われており、その主要な目的は超音波ドップラー流速測定装置への対応である。

WMOも基準やガイドを電子版にして迅速な改定をする方針であるとしているが、基準をオーソライズする総会、ガイドをオーソライズする水文委員会がいずれも4年に1回の開催であることから、どの程度すみやかに改定を進めてゆくか、未知数のところがある。他方、ISOは多数に分かれた基準ごとに定期見直しを行うので新しい技術を取り入れやすいと考えられる。

WMOとISO/TC113両者の関係は、ISO基準に取り入れられればWMO基準にも取り入れられる、また逆も成り立つという関係であると推察される。

河川の中の流速分布について不明なことが多いが、超音波ドップラー流速測定装置はそれを解明するための強力な手段である。今回は木下の観測値1例だけを材料に考察したが、多様な河川、測定条件の箇所において観測例を蓄積して浮子の更正係数など、重要な問題に取り組む必要がある。

WMOやISO、さらにはUSGSなど国際的な、あるいは外国の基準やマニュアルには参考にすべきことが多い。しかし、若干の例について考察したところでは、わが国のマニュアル「水文観測」に準拠して観測業務を行っていれば大きな問題は無いようである。

謝辞：木下良作氏には阿賀野川での貴重な観測データの使用を認めていただいた。実際のデータを扱うことによって各種の基準の意味がよりよく理解できたように思われる。ここに記して謝意を表します。

統計計算ソフトとして、SAS社のJMP 5.1を使用した。

付録

本文では事実関係を客観的に記述するように努めたが、補注として、以下には個人的な感想も含めてまとめた。

WMOの基準でVolume III. Hydrologyの内容はすべて勧告事項になっている。気象分野では毎日世界の観測値

を集めて天気予報をしているので、観測法やデータフォーマットなどを合わせておかなければいけないのに対して、水文分野では国際河川を除いてそれほどの事情がないからであろう。しかしながら、水文分野の基準も総会で議決されたものであり、できるだけこの規定に合うように努力する義務があると考えられる。

ISOは民間組織として、基準類の売り上げが重要な収入源になっているからであろうが、基準としてのカバーを除けば正味数ページの基準が数千円とはいささか高価な感じがする。企業が「ISO準拠」と標榜したり、契約書の付属文書とするのでなければ、R. W. Herschy 編著 "Hydrometry"を購入するのがよい。Herschy は2012年に亡くなったが、2010年ポートランド総会まで出席し、最後の仕事はISO :2011 Vocabulary and symbolsの改定であった。

ISOの定期見直し投票で、国内基準の状況を質問しているのは、国内基準をISOに合わせるよう、一種の圧力をかけているものと理解される。ISOとして当然のことであろう。

WMOマニュアル2010年版の浮子についての説明は"Surface floats may be almost anything that floats, such as wooden disks, bottles partly filled or oranges."とある。一方、Rantzのマニュアルでは"Surface floats are used in those situations, and they may be almost any distinguishable article that floats, such as wooden disks; bottles partly filled with either water, soil, or stones; or oranges."となっていて、オレンジというユーモアまでそっくりである。ちなみにUSGSの流量観測マニュアル2010年版では"Surface floats may be almost anything that floats, such as wooden disks, partly filled bottles, oranges, or pumpkins."とカボチャを付け加えている。

新技術を取り入れてもらうという点では、ISOの方がすでにメンバーとなっていて手続きが明らかになっている。WMOにはラポーチャーという制度があって、ラポーチャーに指名されると各国に問い合わせ担当分野の動向を取りまとめて報告していた。水文委員会のたびに日本からもラポーチャーを出すべく、候補者を立てたり、報告書作成を支援する国内グループを組織していたものであった。現在そのような経路が途絶えているものとすれば、何らかの手段を講じる必要があるだろう。

ISOの議長、幹事を務めるには相当の語学力、業務能力が必要である。また、一メンバーとして活動するとしても、国内の組織的なバックアップが必要であると感じている。後生に期待しているところである。

水深方向の流速分布の形状について、Rantz のマニュアルの段階では表面の流速はプロットしてなくて曲線を水面まで伸ばしただけになっている(Figure 88.)。WMOの新版マニュアルでもこれを踏襲している(Figure 1.5.63.)。

これに対してUSGSの2010年版マニュアルでは表面にはっきりと点がプロットしてある(Figure 12.)。特段の説明がないが、表面の流速まで含めてこれが"typical"であるという観測の積み重ねがされたのかもしれない。

参考文献

- 1) J. E. Costa et al. "Use of radars to monitor stream discharge by noncontact methods", WATER RESOURCES RESEARCH, VOL. 42, W07422, doi:10.1029/2005WR004430, 2006.
- 2) 国土交通省：水文観測業務規程、2002.
- 3) 国土交通省水管理・国土保全局：河川砂防技術基準 調査編、2012.
- 4) 独立行政法人土木研究所編著：平成14年度版 水文観測、2002.
- 5) (社) 電力土木技術協会編：発電水力流量測定調査の手引き (2001年版) , 2000.
- 6) <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%96%E7%95%8C%E6%B0%97%E8%B1%A1%E6%A9%9F%E9%96%A2>
- 7) http://www.wmo.int/pages/about/index_en.html
- 8) <http://www.wmo.int/pages/prog/hwrr/publications.php>
- 9) World Meteorological Organization: Technical Regulations Volume III Hydrology, 2006.
- 10) World Meteorological Organization: Guide to Hydrological Practices Volume I, Sixth edition, 2008.
- 11) World Meteorological Organization: Guide to Hydrological Practices, Fifth edition, 1994.
- 12) World Meteorological Organization: Manual on Stream Gauging Volume I. Fieldwork, WMO-No. 1044, 2010.
- 13) <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%9B%BD%E9%9A%9B%E6%A8%99%E6%BA%96%E5%8C%96%E6%A9%9F%E6%A7%8B>
- 14) <http://www.iso.org/iso/home.html>
- 15) http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=51678&published=on&includes=true
- 16) R. W. Herschy ed.: "Hydrometry", 1999.
- 17) S. E. Rantz et al.: Measurement and Computation of Streamflow: Volume 1. Measurement of Stage and Discharge, USGS, 1982.
- 18) 木下良作「ADCP(超音波流速計)による流量と流れの構造について」, 河川環境管理財団講演会講演記録, 2006.
- 19) D. Phil Turnipseed and Vernon B. Sauerthe: Discharge Measurements at Gaging Stations, Techniques and Methods 3.A.8, United States Geological Survey, 2010.
- 20) Wubbo Boiten: Hydrometry, IHE Delft Lecture Note Series, 2000.

(2012. 9. 17受付)