

水文データの利活用

中尾忠彦¹

¹ 財団法人河川情報センター 河川情報研究所長

国土交通省は全国の一級水系の流域を中心に、降水量・水位・流量・水質・地下水等の観測を行い、成果をリアルタイムに公開する一方、「全国水文水質データベース」として既往のデータを公開している。同データベースの構築以来データ登録が続けられており、いっそうの整備を期待したい事項もあるが、蓄積されたデータを用いて日常の河川管理や地球温暖化など長期的な対応を行う基礎とすることができると考えられる。河川流量の年間変動、位況・流況の経年変化にあらわれた河道と流域の変化、年代別流量の比較による温暖化影響の検出などを試みた。雄物川では4月の月流量が以前に比べて減っていることが示唆されたが、水循環の変化は生活・産業と直結し、文化にもかかわることであるので、ふり向けうる資源の制約を受けながらも、その状況をとらえるよう、観測体制を維持・整備する必要がある。

Key Words :水文観測, 水文・水質データベース, 温暖化, 利根川, 雄物川.

1. 国土交通省による水文観測の現況

水循環システムへのインプットとして、気象観測とも重なるであろうが、水の量的な把握として降水量が重要である。またアウトプットとして多様なものが考えられるが、日本における水循環の中心としては河川の流水であり、その水位・流量を観測することが水循環の現況把握の圧倒的に重要な作業である。

1. 1. データの存在状況

日本では各種の機関が水文観測を実施している。これら水文観測の状況¹⁾をとりまとめると表-1のようになる。

表-1 統一河川情報システムが取り扱っている観測の諸元

	水管理・ 国土保全局	道路局	気象庁	都道府県	水資源 機構等	計
Cバンドレ ーダ	26		20			46
XバンドM プレーダ	38					38
地上雨量計	2,406	1,180	1,289	5,027	233	10,135
水位計	2,309			4,532	74	6,915
水質等	1,579	188	86	566	299	2,718
計	6,358	1,368	1,395	10,125	606	19,852

統一河川情報システムはオンライン・リアルタイ

ムで観測されている各機関のデータを横断的に取り扱っているシステムである。これらデータのうち水管理・国土保全局が観測しているものについては、データロガーや自記記録計から読み取った値も含めて水文水質データベース²⁾に登録されている。その観測所数は表-2のようである。

表-2 水文水質データベースに登録されている観測項目

観測項目	観測所数
雨量	2,646
水位	2,082
水質・底質	1,142
地下水位・水質	277
ダム・堰	111
海象	40
積雪深	124
合計	6,422

水文水質データベースは現時点において水管理・国土保全局のもとで観測されているデータが登録してある。若干の重複はあるが、

水水 DB 観測所 = 統一河川情報システムが扱っている観測所

－水管理・国土保全局以外の観測所

＋水管理・国土保全局の自記記録観測所

と考えてよい。とりわけ大きな違いは水文水質デ

データベースには、地下水の水位・水質も登録されていることである。

カオスの性質が顕著にあらわれる気象システムから降水として水循環システムに引き継がれるので、水流量も変動が激しいものであり、洪水制御を行いまた治水調整を行うためには統一河川情報システムのようなオンライン・リアルタイムの情報システムが必要とされるが、長期的なトレンドを把握し、過去の変動の中で今この瞬間の状況がいかにか位置付けられるかを知るためには水文水質データベースのようなデータベースシステムが欠かせない。

1. 2. 観測所の地理的分布

統一河川情報システムで取り扱っている観測所の地理的分布を見ると図1～4のようである。これらの図は、2014年10月5日から6日にかけて台風18号の降雨があったときの累加雨量を示している。

図-1には気象庁の雨量観測所を示す。気象庁のアメダス観測所は国全体の気象の現況を把握し、数値予報システムに入力するのに適するよう、できるだけ均等な間隔で配置されていることが見てとれる。

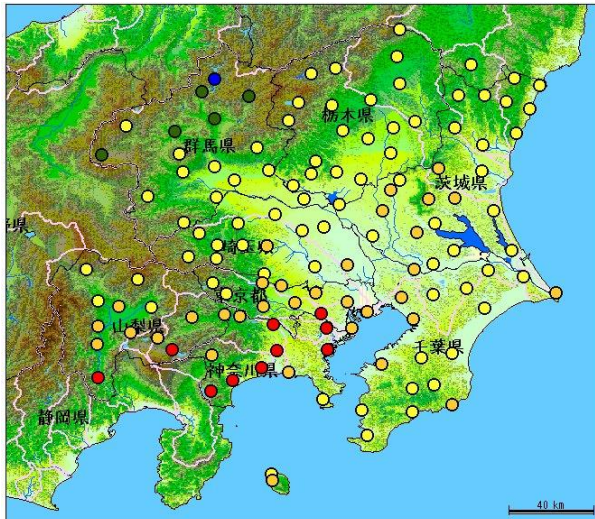


図-1 気象庁の雨量観測所

図-2には水管理・国土保全局が所管する観測所を示す。この図から、基本的には一級水系の流域の中に限られるが、山地にもかなりの密度で配置されていることがわかる。

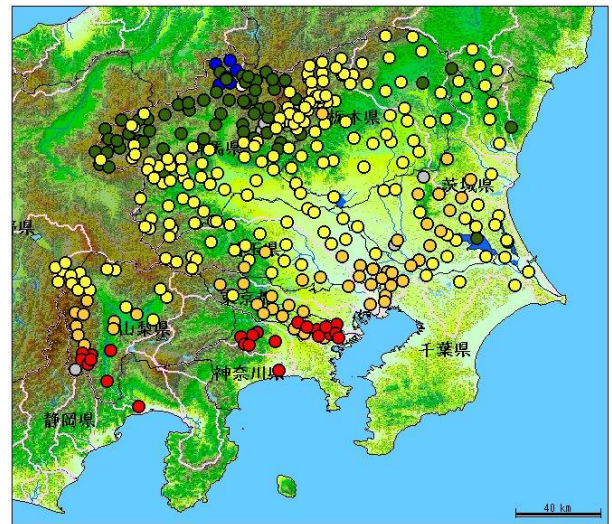


図-2 国河川の雨量観測所

図-3は道路局所管の観測所であって、適時に道路を閉鎖して交通の安全を確保しなければならないという目的のもとに配置されていることがよくわかる。

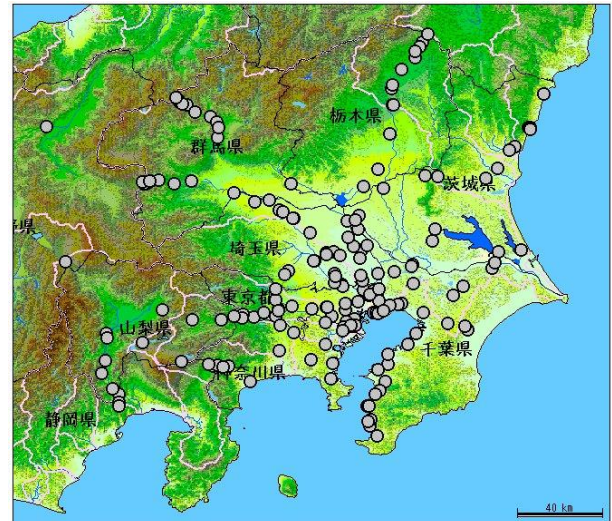


図-3 国道路の雨量観測所

図-4は都道府県など自治体の観測所であって、近年この数は大幅に増加したものであり、特に人が居住する都市部において非常に高い密度で観測されていることがわかる。

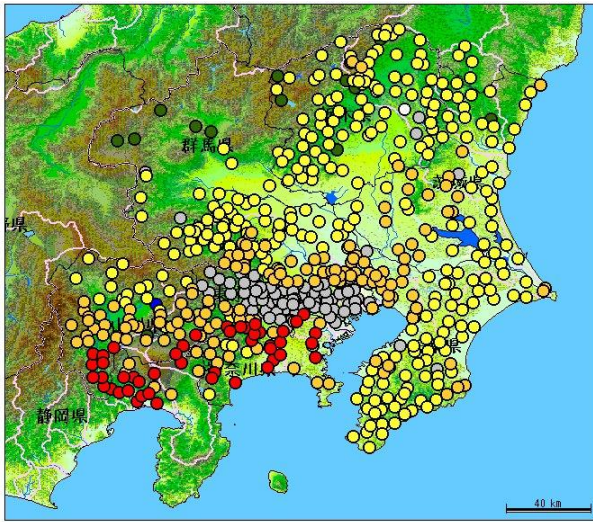


図-4 都県の雨量観測所

これらのほか、電力会社は古くから独自の観測を行っており、NTTや鉄道会社・道路会社、さらには民間の気象サービス会社も独自の観測を行い、データ提供も行っているが、地上雨量の大勢は統一河川情報システムで把握できると考えられる。

これらの図から、流域を単位とする水循環を把握するためにはこれらを総合すべきことが明かであるが、中でも「水源地」として、洪水時についても、また平水時においても、河川の流れの源となっている山地に多くの観測所を配置している水管理・国土保全局の観測所の重要性が示されていると思われる。

1. 3. データのデータベース化

水文水質データベースは河川事務所等で観測業務を進めるために必要なデータを全て格納した「水系別水文水質データベース」と、インターネットを通じて観測結果を公開するとともに、河川管理担当組織の部内においても誤操作によってデータを破壊してしまう恐れなくデータを使用するための「全国水文水質データベース」からなっている。

全国水文水質データベース（以下、「水々DB」という）で公開されているデータは図-5のように生データとそれを整理した統計データがある。観測開始以来のデータがまだ全部は登録されていない観測所が多いことが残念であるが、かなり長期間にわたって登録されている観測所もある。

水文水質観測所情報

観測所名	榑川(つばきかわ)
観測項目	水位流量
観測所記号	302081282209020
水系名	榑物川
河川名	榑物川
所在地	秋田県秋田市雄和榑川字方權29-5
緯度経度	北緯 39度36分53秒 東経 140度09分26秒
最新の零点高	T.P. 0.000m
零点高履歴	T.P. 0.000m 1918/07/16 1:00~

[位置図](#) [観測所詳細ページ](#)

[水位月表検索](#) [水位年表検索](#) [水位表検索](#) [任意期間水位検索](#) [リアルタイム水位](#) [川の防災情報](#)
[流量月表検索](#) [流量年表検索](#) [流量表検索](#) [任意期間流量検索](#)

日流量データ登録状況 ● データ登録有り

年代	年(年代の+部)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
193*										
194*	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
195*	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
196*	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
197*	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
198*	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
199*	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
200*	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
201*	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

図-5 水文水質データベースの登録データ

現在の水々DBには、水管理・国土保全局の観測データが登録されている。登録されている観測所と登録期間についていっそうの拡充が望まれる。

登録観測所については、気象庁が観測したデータは別途データベース化されて公開されている。しかし、都道府県については、少なくとも水々DBには登録されていない。自治体としての情報取り扱い方針もあると思われ、また、観測所が増えるごとに名称・所在地・緯度経度標高といった観測所諸元、メタデータの管理が膨大なものになるが、体制整備が望まれるところである。

水管理・国土保全局のデータについても、水々DBの観測所詳細諸元によると観測開始がそれなりに古いものもあるが、歴史あるデータがほとんど登録されていない。

たとえば、高橋裕³⁾によれば、筑後川流域の「小国試験地が森林測候所と呼ばれていた時から1953年大洪水までの39年の時間雨量を継続するには、人知れぬ苦労があったようである。戦争中には試験地閉鎖の話さえあり、極度の予算不足のため雨量計を暖めるための炭を買うのにも困っ」ても観測を続けた上野巳熊氏がおられた。また現在も筑後川の基準点である瀬の下観測所の量水番は「明治18年以來の水位記録はすべて大切に保存して」いたという。「より驚いたことは、365日24時間水位が明治18年以來観測、記録、保存されていたことである。洪水時だけではない。河川敷に自費で観測小屋を建て、そこに寝泊まりして1時間ごとに量水標を読み、記録したという。」その後、筑後川工事事務所の「調査課長となられた野島虎治さんはこの話を聞くと、直ちに全記録を量水番から借りてコピーした」そうである。これらは日本の文化遺産として偉業を顕彰するとともに、そのようにして得られたデータを活用するため、データベースに登録するべきものであろう。

貴重なデータが失われるのを防ぎ、後人が損傷を心配することなく利用できるように、データベースを拡充することが必要であると思われる。

データベースの整備が十分に行われたいのは、データの活用が日常業務にあまり必要とされないという事情もあるかもしれない。当センター情報普及推進部では、目の前で起きつつある洪水に類似した例を過去データに求め、危機管理に活かすシステムを構築して発表している。水々DBのデータを河川の水管理に活かす試みの若干を次章に示す。

1. 4. 水情報国土

水情報国土⁴⁾は「水に関するあらゆる情報を収集整備し、国民がそれを共有し、活用することによって実現された、安全で多様な文化を持つ国土」と定義され、その構築に向けてハード（光ファイバーネットワーク、監視カメラ（CCTV）等）、ソフト（河川GIS、水情報国土データ管理センター等）の整備が進められている。水情報国土データ管理センターは、河川の特性和その変化を知るために関係するデータを網羅して登録し、河川管理担当組織だけでなく、国民全体で共有しようとするものである。

水情報国土ポータルサイトでは、これらのデータベースを横断的に検索してデータが入手できる。

水情報国土データ管理センターでデータが公開されると、河川管理者以外の方がデータにアクセスして河川管理者が提案する事業計画などを検証することもできる。事業の担当者としては一手間も二手間も増えることかもしれないが、そのようなことがないと事業を実施する段階で異論が続出して進まなくなる、そういう時代になっていると思われる。

水情報国土形成の一環として CommonMP のプロジェクトが進んでいる。CommonMP というのは、各種の解析技法を共通のデータで検証し、共通の表示で比較することが一つの目標になっているプラットフォームである。現在は標準的なコンポーネントを一通りそろえて、水文水質データベースから取り込んだデータを用いて流域の流出、河道の流下までを計算できるようになっているが、今後は各段階で標準以外のコンポーネント、新開発の解析技法で計算して比較できるように、大学等でコンポーネントを開発していただけたらと期待している。

2. 水文水質データベースのデータを活用した河川管理

水文水質データベースにもかなりのデータが蓄積されてきているので、それを日常の河川管理に活かすため、データの解析を試みた。

2. 1. 半旬流量の年間変動

雄物川⁵⁾の基準点椿川観測所について、半旬流量の年間変動を調べた。

日流量、半旬流量、月流量について75年間の推移をグラフ化した。

図-6に正味66年間について、半旬ごとの平均流量、半旬流量の標準偏差、平均±標準偏差の年間変動を示す。



図-6 椿川観測所半旬流量の年間変動

椿川観測所では、4月第3半旬の66年間平均流量が580 m³/sに上っており、水量豊かな川である。比流量は0.144 m³/s/km²である。

4月第3半旬の大きなピークのあと7月第4半旬の山があるが、変動が大きくて「平均-偏差」が負になる年もある。日本海側、河口から13.3 kmの地点で逆流はないが、空つゆなどもある不安定な流況であることを示している。

第3の山は11月第6半旬にくる。標準偏差もあまり大きくない安定したピークである。

日々の変化が激しい日本の河川でも、ある程度の期間で見ると大きな傾向が現れる。それを可能にするだけのデータは蓄積されていると思われる。日々の流量が過去の流量変動の中でどのような位置づけにあるかを見ることによって、きめ細かい水管理を行うことができる。たとえば、流量が極端に減少したときなどは、過去に類似した年を求めてそのときの状況を知って対応に活かすことが考えられる。

図-7は、12月第1半旬の流量の分布を示したものである。2014年12月5日の流量を2012年の日水位年表・日流量年表から推定すると380 m³/sとなり、この時期として大きく、満々と流れていることが想像できる。

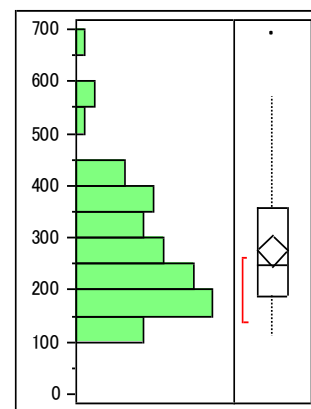


図-7 椿川観測所12月第1半旬流量の分布

このような位置づけと、河川の利用を含む河川の状況を対照させて観察することが、環境を含めた河川管理に重要となろう。

なお、より異常な事態として、洪水時に生じつつある水文状況から過去の類似洪水、ひいては被害の状況を検索できるアプリケーションが開発されて

おり、今後のデータ蓄積が望まれる。

2. 2. 位況表・流況表から見る河道と流域の変化

河川の水位は流量よりも直感的に状況を示す量として重要である。毎日の平均水位を年間の最高水位から最低水位まで並べて年ごとの豊水位・平水位・低水位・渴水位を求める。これらは降水状況によっても変わるものであるが、その経年変化、とりわけ低水位の推移を見ると河床の浸食・堆積の状況が示される。一般河川の水位はそれより下流の河道の状況を反映するので、ある河道区間全体としての洪水流下能力が現れる。そのため、水文水質データベースでは、これら豊・平・低・渴水位と年最高水位・最低水位の値とその生起時刻を位況表としてまとめている。また対応して流量についても、流況表が登録されている。

利根川栗橋観測所について、これら位況の推移を見ると図-8 のようである。

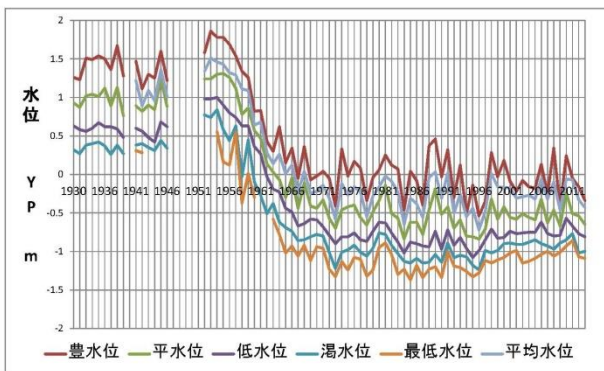


図-8 利根川栗橋の位況

図から、第二次大戦前の低水位は現在よりも1.5 m程度高かったこと、戦争後の1950年代前半にはさらに0.5 m程度上昇していることがわかる。そのころ毎年のように来襲した台風と大洪水によって河床が上昇したのではないかと推測されるが、経緯の詳細は不明である。その後1950年代後半からの低下は激しく、ほぼ15年くらいの中に1.5 m程度低下している。河川改修の進捗とともに、戦後の復興と高度経済成長のために河床材料がコンクリート骨材として採取されたこと、加えて地下水の揚水による地盤沈下も要因としてであると推測される。

1995年以降には低水位が上昇しているようである。これが河床の上昇によるものとするならば洪水流下能力の低下が懸念される。流況を図-10に示すが、図によれば2000年代に渴水流量・最小流量が増大している状況がうかがえる。これから、水位の上昇は流量の増大によるものであると推測され、豊かに水が流れるという河川景観に近づいて、好ましい方向のようである。

このように、水文水質データベースは長期の観点から河川管理の方針を考える基本資料になっていると言える。

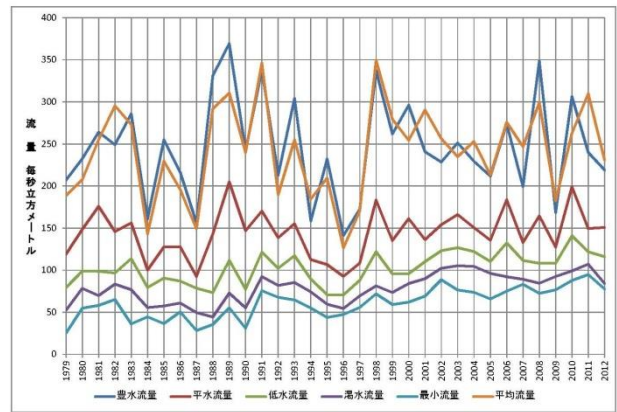


図-9 栗橋の流況

2. 3. 月平均流量の推移に見る温暖化の影響

雄物川水系の椿川観測所のデータから温暖化の影響が現れているかどうか調べた。

図-10に6つの期間、すなわち1938-43、1952-57、1966-71、1980-85、1994-99、2006-12について平均した月流量の年間変動を示す。これによると、1985年以前と1994年以降の間には4月の平均流量において明らかな差があるように見える。すなわち1994年以降には4月の流量が減っている。

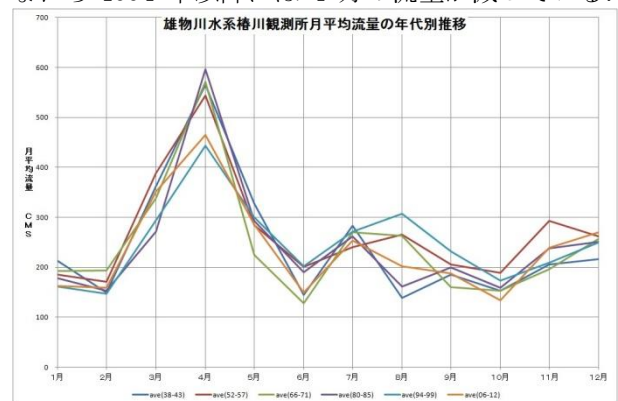


図-10 椿川観測所月平均流量の年代別推移

これが統計的に有意なものであるかどうかを調べるため、66個年について4月の流量の推移を見ると図-11のようになる。図-11には回帰直線を記入してある。

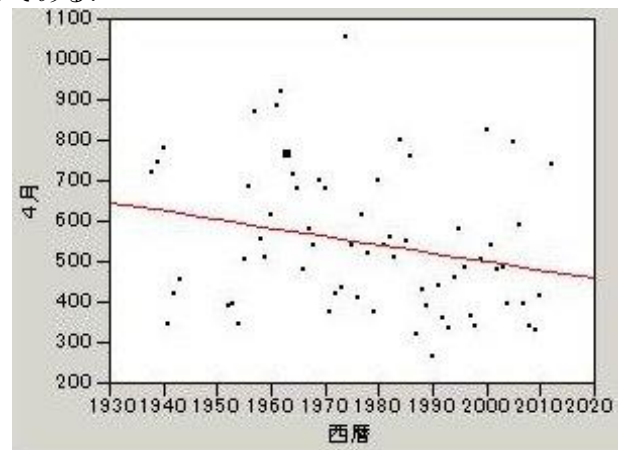


図-11 椿川観測所4月平均流量、年ごとの変化

回帰直線式は、

4月の平均流量 = $4657 - 2.07 * \text{西暦年}$

となり、係数 -2.07 の t 値は -2.00 、 P 値は 0.0499 であって、5%の危険度で有意である、言い換えれば、95%の確かさで、4月の流量に減少のトレンドが見られる。

ただし、ほかの月については統計的に有意な傾向が見られなかった。

IPCCが95% 確かだというのと意味合いが異なるかもしれないが、統計的には図-11の程度の変動が「有意」ということになる。3月及び5月についても同様に解析したが、有意な傾向が現れなかった。また、融雪期の最大流量がいつ発生するかということについても特段の傾向が現れなかった。日本海側の他の水系では融雪が早まる傾向が現れているとのことである⁶⁾が、温暖化の影響も気温はともかく水循環については年平均といったような単純な解析では検出できない段階であるとも考えられる。

温暖化の防止についてはIPCCによる累次の報告があり、気候変動枠組み条約などの努力もされているが、すでに排出された温室効果ガスの効果や、開発途上国の生活を向上させるためにはエネルギー消費量も増えざるを得ないことから、当面温暖化は継続するものとして、その影響を早期に検出し、対応するということが平行して行わなければならないであろう。

観測を地道に続けてデータを蓄積しながら、年々の変動に対応して、水管理・環境管理を行ってゆく必要がある。

3. 21世紀の水管理に向けて

温暖化について IPCC 報告書及び若干の啓蒙書によって考察してみると、今後温暖化の影響が水の分野で顕在化してくる可能性が高いように思われる。水循環基本法が成立・施行されるなど、水循環・水

環境について関心が高まってきているが、何の施策を行うにしても現況の把握が重要である。

平地に降る雨も国民生活の上で重要であることは言うまでもないけれども、水循環の観点からは山地に降る雨が重要である。そしてアウトプット、中間変数としては河川流量が重要である。このように考えると、水源地である山地にも多くの雨量計を配置し、河川の流量を測っている国土交通省の観測網は非常に重要である。公共予算の削減という大きな制約があり、そのもとでは、観測精度を維持しながらも、省力化・省資源化を図る必要がある。

本文に取り上げることができなかったが、衛星・レーダといった、間接的であっても広い範囲をカバーし、面的な広がりを持った情報を与えるリモートセンシング技術については、省力化という点でも期待するところが大きい。

また、年ごとの流量変動がいかに大幅なものか、その一端を雄物川で見ることができたが、水管理の現場においては流量変動があるのが河川であり、自然なのだという前提に立って、いかなる変動が好ましいのかという問題についても研究を重ねるべきである。

図-1 から図-4 までは国土交通省「川の防災情報」の画面を用いた。また、図-7 と図-11 は、統計ソフト JMP version 5 を用いて作成した。

参考文献

- 1) 中尾忠彦：水文観測の現況と展望：水文・水資源学会 河川流量観測の新時代vol.1, 2010.
- 2) 国土交通省：水文水質データベース, <http://www1.river.go.jp/>
- 3) 高橋 裕：社会を映す川, 鹿島出版会, 2009.
- 4) 国土交通省：水情報国土データ管理センター, <http://www5.river.go.jp/>
- 5) 国土交通省河川局：雄物川水系河川整備基本方針, 2008.
- 6) 山田正中央大学教授の教示による

(2015.2.13受付)

HYDROLOGICAL MONITORING SCHEME IN THE AGES OF GLOBAL WARMING

NAKAO, Tadahiko

The Water Management and National Land Conservation Bureau, Japan is operating a nationwide hydrological observation network to get vital data for achievement of sound hydrological process. The Hydrological and Water Quality Database has been compiled and maintained to share the data with the general public. The author has shown a way to take advantage of the database for daily and long-term water/river management. Using the data he has also made a preliminary analysis of daily discharge at the Tsubakigawa Station of the Omono River located in the North-Eastern Region of Japan, where snowfall is most important source of irrigation water. There, discharge in April has shown statistically significant decline during last 66 years.