

同期加減算処理を用いた定山溪ダム貯水池への 流入量推定の試み

鈴木洋之¹・野口健太郎²・長谷川和義³・石田享平⁴

¹正会員 博(工) 石川工業高等専門学校助手 環境都市工学科 (〒929-0392 石川県河北郡津幡町北中条)

²非会員 博(工) 豊橋技術科学大学助手 情報工学系 (〒441-8580 豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1)

³正会員 工博 北海道大学大学院教授 工学研究科 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)

⁴正会員 博(工) 開発土木研究所環境水工部長 (〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目)

本邦におけるダム貯水池への流入量推定は静水位の時間変化(計測水位時系列のトレンド成分)からの推定を基本としている。しかし、推定に用いられる水位データはセイシュ・風波・風による水面の吹き寄せ現象などの水面変動に起因するノイズを含むために正確な流入量推定が非常に困難となっており、この問題はダムの操作・運営に大きな支障をきたす。本稿では新しい信号処理手法の一つである同期加減算処理によって計測水位の時系列から静水位トレンドを直接推定する方法について検討した。また、同期加減算処理で推定される静水位トレンドの推定精度について考察を行った。本研究では同期加減算処理によってノイズの影響を抑えた推定流入量が得られること、および本手法の推定特性が確認された。

Key Words : *inflow estimation into dam reservoir, seiche, SAS, estimation error*

1. はじめに

ダム貯水池への流入量は静水位から $H-V$ 関係で換算された貯留量の時間変化量にダム放流量を加えて推定される。このため、静水位の計測・推定精度が流入量の推定精度に大きく反映する。しかし、実際の水位データでは静水位の情報が水面振動に起因するノイズで乱されているため、静水位の推定は非常に難しい。大半のダム管理所は10分間移動平均を基本とした水位平滑化法(標準方式)を採用している。しかし、標準方式では10分以上の周期を持つセイシュが生じた時に平滑効果を期待できない。この問題への対処には長い平均時間が必要となるが、平均時間の増大に伴って洪水波形が実際より遅く推定される「遅れ時間」も増大してダム管理に不具合が生じる。このようにダム管理所での正確な流入量推定は非常に困難となっている。

推定流入量の精度向上を目的に佐々木・森北¹⁾はフーリエ級数を用いる方法、和歌森ら²⁾はカルマンフィルタを用いる方法を提案している。しかし、前者の方法では貯水池に生じるセイシュ最長周期と同じ時間分の水位データを蓄積する必要があり、計算時間が長いことから、この方法をダム管理に要求されるリ

アルタイム推定に適用することは難しい。また、後者の方法は安定したダム制御を目的に水位変動をマクロ的に捉える手法であり、流入量推定精度の向上自体は期待できない。

石田ら³⁾は定山溪ダム貯水池を対象にした多点同時水位計測から貯水池に生じるセイシュ・風による水面の吹き寄せ現象が流入量推定精度の劣化を引き起こす原因であることを確認しており、さらに、これら水面変動の水理学的性質を数理解析から明らかにしている。また、鈴木ら⁴⁾は石田ら³⁾の研究で得た貯水池水面変動に関する知見を基に、水位データに含まれるセイシュの信号をデジタルフィルタによりオンラインで除去する水位平滑化手法を開発してきた。しかし、デジタルフィルタの設計には貯水池に生じるセイシュ周期を計測等の手段により事前情報として知ることが必要であり、これは実用の際の問題点と言える。

野口ら⁵⁾は信号処理の分野で同期加減算処理(Synchronous Addition/Subtraction Processing=SAS)を用いた時系列からのトレンド成分の直接推定法を検討している。このトレンド成分はダム計測水位の時系列での静水位情報に相当しており、鈴木ら^{6),7)}はSAS法の流入量推定問題への適用を試みているが、まだ十分な

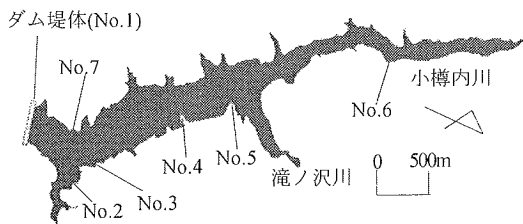


図-1 定山溪ダム平面形状と水位計設置位置

検討はなされていない。本稿は鈴木ら^{6),7)}による推定流入量の計算結果に推定誤差に関する解析を新たに加えてSAS法による流入量推定の効果を詳しく考察するとともに、セイシュ周期が未知の場合の流量推定法としてのSAS法の有効性について検討するものである。

2. 対象貯水池における水面振動特性

本研究は札幌市に位置する定山溪ダム貯水池を対象に行う。本貯水池は総貯水量8230万 m^3 、常時満水位で約2.3 km^2 の湛水面積を有する。石田ら³⁾は本貯水池に生じる水面振動の詳細を図-1のNo.1からNo.7の点での同時水位計測で明らかにした上で、流入量推定の問題となるセイシュの周期(式(1))を解析的に求めている。

$$T_i = \frac{4\pi L}{j_{2,i} \sqrt{gh_0}} \quad (1)$$

ただし、 L =長軸方向の貯水池長、 T_i = i 番目モードのセイシュ周期、 $j_{2,i}$ =2次Bessel関数の零点で定義される i 番目固有値、 h_0 =堤体位置で横断方向平均した水深である。図-2に式(1)で求めたセイシュ理論周期と現地計測で得た実測周期の比較を示す。図-2から本貯水池では最長周期を約600秒とするセイシュの存在が確認できる。

3. SAS法による流入量推定の原理

(1) SAS法による静水位推定の原理³⁾

ある程度短い時間であれば、計測水位の離散信号は次式で表されると仮定する。

$$h(n) = DC + \sum_{i=1}^r A_i \cos(\omega_i n) \quad , \quad \omega_i = \frac{2\pi}{T_i} \Delta t \quad (2)$$

ただし、 DC =直流成分、 A_i =振幅、 ω_i =角周波数、 T_i =周期、 Δt =データ時間間隔、 $n=0,1,2,\dots$ である。式(2)では、 $i=1$ および $i \neq 1$ の周期成分はそれぞれこの時間内でのトレンド成分(静水位変動)とノイズ(水面変動)と考える。一般に流量変化に伴う静水位の変動周期はノイズとなる水面変動の周期と比べて非常に長い、すなわち、 $\omega_i \approx 0$ と考えられるので式(2)は次式となる。

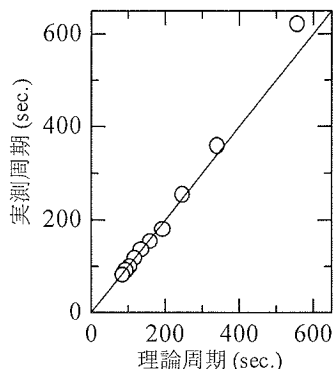


図-2 セイシュ理論周期と実測周期の比較

$$h(n) = DC + A_1 + \sum_{i=2}^r A_i \cos(\omega_i n) \quad (3)$$

式(3)における $(DC+A_1)$ がある時間内におけるトレンド成分(静水位変動)である。次に式(3)の計測水位信号からSAS法でトレンド成分を推定する。はじめに式(3)で表される計測水位に対して変調角周波数 ω_c による周波数シフト処理を施すと次式を得る。

$$\begin{aligned} x(n) &= h(n) \cos(\omega_c n) \\ &= (DC + A_1) \cos(\omega_c n) + \\ &\quad \sum_{i=1}^r \frac{A_i}{2} [\cos\{(\omega_i + \omega_c)n\} + \cos\{(\omega_i - \omega_c)n\}] \quad (4) \\ \omega_c &= \frac{2\pi}{T_c} \Delta t \end{aligned}$$

ただし、 $x(n)$ =変調された計測水位の信号、 ω_c =変調角周波数、 T_c =変調角周波数を与える周期である。式(4)では推定すべきトレンド成分 $(DC+A_1)$ が、これを振幅とする周期 T_c のcos波となることに注目されたい。さらに、式(4)の変調信号に対して次式の加減算を行う。

$$Y = \sum_{n=0}^{M-1} \{x(4n) - x(4n+2)\} \quad (5)$$

ただし、 Y =累積値である。この時、 $T_c=4\Delta t$ とすれば、トレンド成分 $(DC+A_1)$ を振幅としたcos波の周期 T_c と式(5)のサンプリング時間間隔 $(=4\Delta t)$ が同期(一致)する。この同期の状態では累積値 Y を計算すると、トレンド成分 $(DC+A_1)$ を振幅とした $\cos(\omega_c n)$ の信号の極値が交互に加減算される。この時、 $\cos(\omega_c n)$ は極値に $+1 \cdot -1$ を交互に取るので、累積値 Y は次式で表される(図-3)。

$$Y = 2M(DC + A_1) \quad (6)$$

ただし、 M =累積回数である。ここで M 回の累積計算に必要なデータ時間長を処理時間 $T_p(=4M+2)$ と称する。式(6)から累積値を $2M$ で除すことでトレンド成分 $(DC+A_1)$ を求められることが分かる。

SAS法では推定する信号の周期とサンプリング時間間隔を同期させる必要があり、長い周期を持つトレ

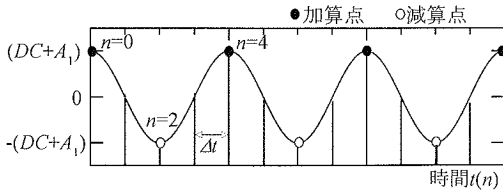


図-3 SAS法における同期サンプリングの意味

ドの推定には長い処理時間 T_p が必要となる。本解析では式(4)の周波数シフト処理で推定に必要な処理時間 T_p を短縮してダム管理に求められるリアルタイム推定を実現したことが特徴である。また、SAS法では処理時間 T_p における静水位トレンド $(DC+A_1)$ の平均値が推定されるため、移動平均処理と同じ原理で $T_p/2$ の遅れ時間が出力に生じる。すなわち T_p はダム管理上許容できる遅れ時間から定めるべきパラメータである。

(2) 流入量推定計算法

流入量は前節で求められた推定静水位を用いて次式に示す流入量と放流量の連続関係式で計算する。

$$Q_m(i) = \frac{V(H_i) - V(H_{i-1})}{\Delta t} + Q_{out}(i) \quad (7)$$

ただし、 $Q_m(i)=i$ 時点での推定流入量、 $Q_{out}(i)=i$ 時点でのダム放流量、 $V(H)=H-V$ 関係で定まる貯留量、 $H_{i-1} \cdot H_i=i-1, i$ 時点での推定静水位、 Δt =時間間隔である。

4. 定山溪ダム貯水池への適用

対象とした洪水は融雪出水(96年5月29日9:00~96年5月30日9:00)・降雨出水(98年9月16日12:00~98年9月17日9:00)それぞれ1ケースである。両出水では標準方式による推定流量が石田⁹⁾によって、また、貯水位平滑化フィルタによる推定流量が鈴木ら⁹⁾によって求められている。これらの流量は図-1に示したNo.1からNo.7の水位計で1秒毎にサンプリングされた水位データ⁹⁾から推定されており、本研究も同じ水位データを用いて解析を行う。ただし、一般的なダム運営を考慮して堤体位置(図-1のNo.1)で計測された1地点の水位データのみによる解析とした。SAS法の適用にあたり、処理時間 T_p は鈴木ら⁹⁾の解析に合わせて遅れ時間が600秒($T_p=1200$ 秒)と900秒($T_p=1800$ 秒)となるように設定した。また、SAS法の出力をそのまま用いて流入量を算定すると流入量時系列に不連続が見られた。この不連続は野口ら⁹⁾が示したSAS法の推定誤差に拠るものと考えられる。また、この不連続はSAS法の出力に180秒の移動平均を施すことで除去できたことから、SAS法の出力に180秒の移動平均を施して得られる水位を推定静水位とした。

図-4・図-5はそれぞれ降雨と融雪の出水時に図-1のNo.1水位計に記録された水位と $T_p=1800$ 秒のSAS法で推定した静水位の時系列である。両ケースとも計測水位に対して推定静水位が低位の包絡線の様になるのはSAS法が出力に遅れ時間($T_p/2$)を与える特性を持つためである。また、図中の小さい図は時系列の一部の拡大図であり、推定静水位では計測水位に見られるノイズがほぼ平滑化されることを確認できる。このように両ケース共にSAS法の処理による遅れ時間が生じるものの、振動を抑えた推定静水位が得られている。

図-6は降雨出水時の計測水位からSAS法で推定した静水位を用いて式(7)で算定した推定流量の時系列である。ただし、図-6の(a)(b)はそれぞれ $T_p=1200$ 秒と $T_p=1800$ 秒のSAS法による推定流量である。また、図-7(a)(b)にSAS法による融雪出水時の推定流量を図-6と同様に示す。図-4・図-6および図-5・図-7の比較から、水位変動(トレンド)の形が全く異なる出水に対してSAS法は安定した流入量を推定していることが分かる。また、図-8・図-9に遅れ時間900秒の貯水位平滑化フィルタ⁹⁾と標準方式⁹⁾で推定した降雨出水時および融雪出水時の流量をそれぞれ示す。静水位や流入量の真値は計測できないため、本研究では、貯水位平滑化フィルタと標準方式で推定された流量に現れる振動の振幅を比較して、SAS法による推定流量にノイズを原因として現れる振動の振幅がどの程度低減するかという観点からSAS法の効果を判断する。図-6と図-8および図-7と図-9を比較するとSAS法による推定流量の振幅は貯水位平滑化フィルタによる推定流量よりも若干大きいことから、SAS法の推定精度は貯水位平滑化フィルタと比較してやや劣るのが分かる。しかし、標準方式による推定流量と比較するとSAS法による推定流量の振幅は大幅に低減されており、標準方式と比較してSAS法の推定精度に大きな改善が認められる。

SAS法で得られた推定流量の振幅は図-6(a)(b)それぞれの1時間から3時間の間で約 $15\text{m}^3/\text{s}$ および $10\text{m}^3/\text{s}$ 程度であった。また、その変動周期は約600秒となっていた。図-7の4時間から5時間では推定流量の振幅は(a)(b)の場合でそれぞれ約 $10\text{m}^3/\text{s}$ および $5\text{m}^3/\text{s}$ であり、(a)(b)共に600秒と300秒程度の周期を有する流量の振動が混在していた。図-2に示したように定山溪ダムに生じる第1モードから第3モードのセイシュ周期はそれぞれ約600秒・400秒・300秒である。推定流入量に現れる振動周期とこれら実際のセイシュ周期が一致しており、SAS法で推定された静水位にセイシュ成分が残っていることを確認できる。SAS法では式(2)で $\cos(\omega n)=1$ となる条件を満たす信号をトレンド成分とする仮定を与えている。非常に長い周期を有するセイシュ信号はこの仮定に近い条件を持つため、SAS法に

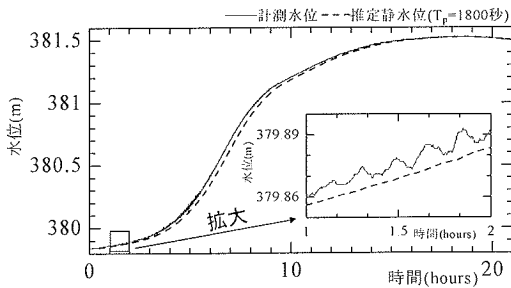


図-4 SAS法による静水位推定結果(降雨出水時)

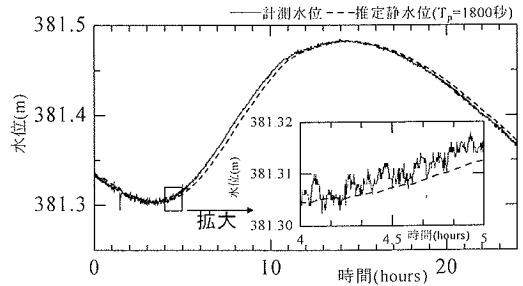


図-5 SAS法による静水位推定結果(融雪出水時)

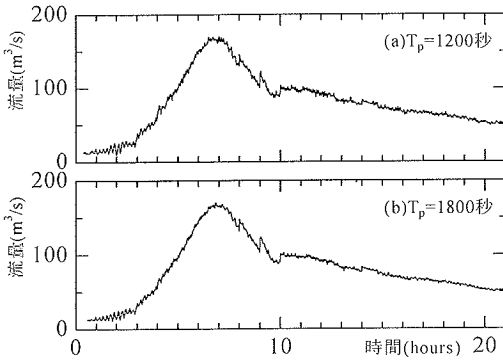


図-6 SAS法による推定流入量(降雨出水時)

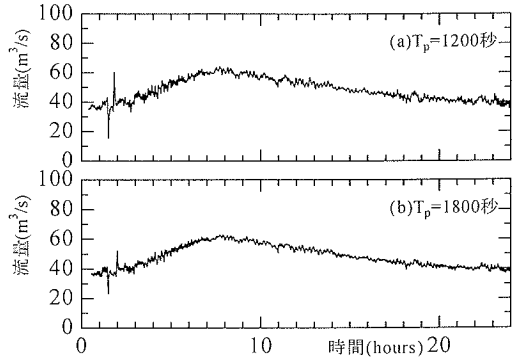


図-7 SAS法による推定流入量(融雪出水時)

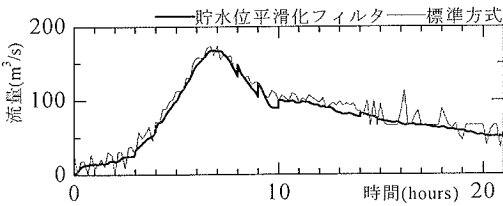


図-8 標準方式と貯水位平滑化フィルタによる推定流量(降雨出水時)

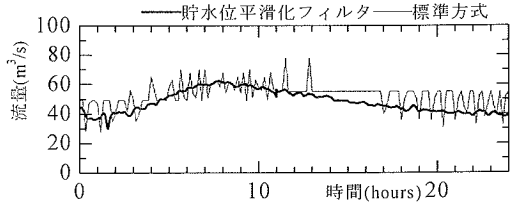


図-9 標準方式と貯水位平滑化フィルタによる推定流量(融雪出水時)

より静水位の一部として推定される。このように推定静水位に僅かに残ったセイシュ信号はノイズとして推定流入量に反映する。このセイシュに起因したノイズは式(7)で静水位 H から貯留量 V への換算および貯留量 V の時間微分の計算を行う際に拡大するため、図-6・図-7に示した流入量では図-4・図-5に示した推定静水位で見られないセイシュ周期を有する振動が現れる。これがSAS法による推定流量が振動する原因である。また、図-6・図-7の(a)と(b)を比較すると処理時間 T_p を大きくするに従い流量の振動幅が小さくなっているのは式(6)において累積回数 M が増えることで移動平均処理と同様の平滑効果が得られるためである。

セイシュ周期が長いほどSAS法では推定静水位にセイシュの信号が残るために、貯水位平滑化フィルタと比べるとSAS法の推定精度はやや劣る。しかし、SAS法により流量の振動幅を $10\text{m}^3/\text{s}$ 程度に抑えた推定が定山溪ダムと同規模のダムでは可能であると言えよう。

5. SAS法による推定静水位の精度評価

前章までの解析から水面振動に関する事前情報が無くても、SAS法によってある程度振動を抑えた流入量が推定できることを確認した。しかし、同時にセイシュ周期が長い場合には、SAS法がセイシュの信号をトレンド(静水位)の一部として推定する問題も確認された。SAS法で推定されるトレンド(静水位)に対する長周期セイシュの影響を評価することは本手法を用いる上で重要である。本章ではセイシュによるSAS法の静水位推定誤差を評価することを試みる。

式(3)に相当する入力信号として次式を仮定する。

$$h(n) = (DC + A) + B \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot n \cdot \Delta t\right) \quad (8)$$

ただし、 $(DC+A)$ はトレンド、 B と T はそれぞれノイズであるセイシュの振幅と周期を表す。式(8)の2項目(ノイズ項)の周期が長くなり、 \cos の値が1に近づくと、セイシュ信号の影響が推定静水位に現れる。推定トレ

ンド(静水位)に対するセイシュの信号の影響を評価するには式(8)のノイズ項がSAS法による処理によってどのように変化するかを調べる必要がある。式(8)の入力信号に周波数シフト処理を施した後、ノイズ項も含めて式(5)の累積値 Y を計算すると次式が得られる。

$$Y = 2M(DC + A) + 2B \cos^2(\omega) - 2B \cos\{\omega(4M + 1)\} \cos(\omega) + 2B \frac{\sin(2\omega M)}{\sin(2\omega)} \cos\{\omega(2M + 3)\} \cos(\omega) \quad (9)$$

ただし $\omega = 2\pi T$ でありセイシュによる信号の角周波数を表す。式(9)の右辺を $2M$ で除すことでセイシュ周期が長い場合に推定されるトレンドが得られる。

$$tr = (DC + A) + \frac{B}{M} \cos^2(\omega) + \frac{B}{M} \frac{\sin(2\omega M)}{\sin(2\omega)} \cos\{\omega(2M + 3)\} \cos(\omega) - \frac{B}{M} \cos\{\omega(4M + 1)\} \cos(\omega) \quad (10)$$

ただし、 tr =セイシュの影響を含めたSAS法による推定トレンドである。式(10)の推定トレンドでは右辺第1項目が真値であり第2項目から第4項目はセイシュによる誤差を表す。式(10)の2項目から4項目でセイシュの振幅 B を1とした式(11)は入力に含まれるセイシュの振幅がどの程度の割合でSAS法による推定静水位に現れるかを表している。この C_1 を誤差出現率と称する。

$$C_1(\omega, M) = \frac{1}{M} \cos^2(\omega) - \frac{1}{M} \cos\{\omega(4M + 1)\} \cos(\omega) + \frac{1}{M} \frac{\sin(2\omega M)}{\sin(2\omega)} \cos\{\omega(2M + 3)\} \cos(\omega) \quad (11)$$

ただし、 C_1 =誤差出現率であり、 $\omega = 2\pi T$ と M の関数である。また、現行の平滑化法(標準方式)の基本である移動平均の出力に残存するセイシュに起因した誤差を式(11)と同様に評価する。はじめにセイシュの信号を式(8)の2項目と同様に \cos 波で定義する。

$$P(t) = B \cos\left(\frac{2\pi}{T} t\right) \quad (12)$$

ただし、 $P(t)$ =セイシュによる信号、 T =セイシュ信号の周期、 t =時間である。式(12)のセイシュ信号に平均時間 T_0 の移動平均を施すと出力として次式を得る。

$$P_m(\tau) = \frac{1}{T_0} \int_{\tau - T_0}^{\tau} B \cos(\omega t) dt = \frac{2B}{T_0 \omega} \sin\left(\frac{\omega T_0}{2}\right) \cos\left\{\omega\left(\tau - \frac{T_0}{2}\right)\right\} \quad (13)$$

ただし、 $P_m(\tau)$ =移動平均された信号、 T_0 =移動平均時間、 $\omega = 2\pi T$ である。式(13)から移動平均処理により出力が $T_0/2$ の遅れ時間を持つこと、出力の振幅は入力の振幅 B に次式の誤差出現率を乗じて定まることが分かる。

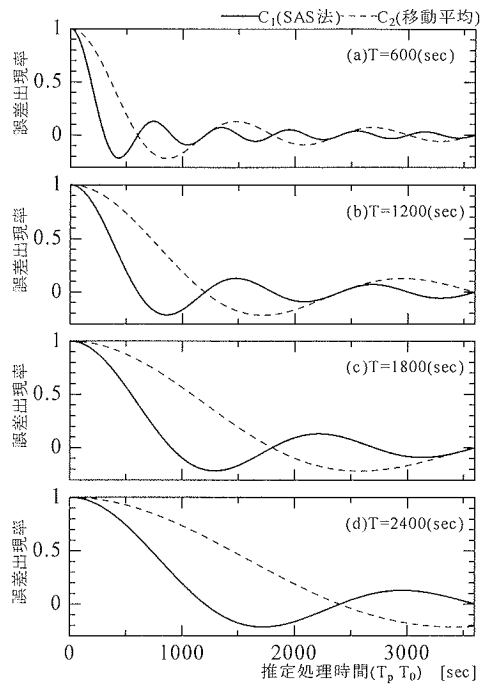


図-10 SAS法と移動平均処理の誤差出現率と推定処理時間の関係

$$C_2(\omega, T_0) = \frac{2}{T_0 \omega} \sin\left(\frac{\omega T_0}{2}\right) \quad (14)$$

ただし、 C_2 =移動平均の誤差出現率であり ω と T_0 の関数である。入力が連続値と離散値である違いはあるものの、SAS法で M 回の累積計算に必要なデータ時間長(処理時間 T_p)と移動平均時間 T_0 を共に推定処理時間として扱えば、式(11)・式(14)を用いて計測水位に含まれる周期 T を有するセイシュの振幅がどの程度の割合で出力に現れるかを表現する誤差出現率をSAS法および移動平均処理について同時に評価できる。

図-10に式(11)・式(14)で計算した推定処理時間(T_p, T_0)と誤差出現率(C_1, C_2)の関係を示す。ただし、図-10の(a)から(d)はそれぞれ入力に含まれるセイシュの周期 T に600秒・1200秒・1800秒・2400秒を与えた場合に対応している。入力セイシュの周期以上の推定処理時間の範囲では、 C_1 は C_2 と比べて若干小さい値を取りながらほぼ同じ挙動を示す。すなわち、この推定処理時間の範囲では移動平均処理と比べてSAS法の平滑効果が若干ではあるものの高いと言える。推定処理時間が入力セイシュの周期よりも短い範囲では、 C_1 が C_2 に比べて常に小さいことは注目すべき点である。すなわち、移動平均処理ではある周期を持つセイシュの除去に最低でもそのセイシュ周期と同じ長さの推定処理時間が必要となるが、SAS法ではセイシュ周期の約半分の推定処理時間で移動平均処理と同等の平滑効果が

得られることを確認できる。この特性はSAS法をセイシュ周期が未知の場合に用いる手法として考えた場合非常に有益である。この解析結果はSAS法にはトレンド成分に対する狭帯域通過特性と他の周波数成分を抑圧する効果があるという野口ら⁹⁾の考察に通じている。

実際にSAS法が適用できるかは貯水池に生じるセイシュの周期と振幅で定まるため、本研究ではSAS法の適用範囲を明確にするには至っていない。しかし、セイシュ周期が未知の場合に用いる流量推定法として移動平均と比べてSAS法が有効であることを確認した。

一般に小規模貯水池ではセイシュ周期が短いと考えられることから、SAS法の適用による流入量の推定精度向上が期待できる。また、本稿で対象とした定山溪ダム(総貯水容量8230万 m^3 、常時満水位時で貯水池長5000m程度および堤体位置水深60m程度)より小さいまたは同じ規模のダムではセイシュ周期は定山溪ダムと同程度になると予測されることから、SAS法により流量の振幅を10 m^3/s 程度に抑えた推定が可能であると考えている。

6. おわりに

本稿では水面振動の事前情報が無い際の流量推定法として同期加減算処理(SAS法)の適用を定山溪ダム貯水池を例に試みた。本研究で得た知見を以下に示す。

(1) 定山溪ダム貯水池ではSAS法で振動を10 m^3/s 程度まで抑えた流入量を推定できた。定山溪ダムと同規模の貯水池ではSAS法に同等の推定精度を期待できる。

(2) SAS法および移動平均のセイシュに対する平滑効果の比較を行った。この結果、SAS法は移動平均と比べて短い処理時間でも高い平滑効果を有することが確認された。これは水面振動に関する事前情報が無い場合

の流量推定法として非常に有益な推定特性である。

本研究ではSAS法が水面振動の情報がない場合の流量推定法として移動平均よりも有効なことが確認できた。しかし、SAS法の適用範囲を明確にするには至っておらず、適用可能な貯水池規模の目安を与えるにとどまっている。本手法の適用範囲を明確に示すことは今後の課題である。

謝辞：本研究は科学研究費補助金(若手B:14750434)の援助を受けたものの一部である。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 佐々木元, 森北佳昭: 貯水池流入量把握法に関する一検討, 土木研究所資料, 第2302号, 1986.
- 2) 和歌森文男, 船橋誠壽, 大成幹彦: 貯留量推定によるダム制御方式, 電気学会論文誌C, pp. 291-297, 1981.
- 3) 石田享平, 鈴木洋之, 長谷川和義: 多点同時水位計測による定山溪ダム貯水池での水面変動の計測と解析, 土木学会論文集, No. 628/II-48, pp. 163-176, 1999.
- 4) 鈴木洋之, 長谷川和義, 藤田睦博, 石田享平, 岩崎政司: デジタルフィルタを用いたダム貯水池への流入量推定手法の開発, 土木学会論文集, No. 677/II-55, pp. 1-19, 2001.
- 5) 野口健太郎, 鈴木洋之, 田所嘉昭: 周波数シフトと同期加減算処理を用いたトレンド成分の推定, 電子情報通信学会論文誌A, Vol. J86-A, No. 3, pp. 317-319, 2003.
- 6) 鈴木洋之, 野口健太郎, 長谷川和義, 石田享平: 同期加減算処理を応用したダム貯水池流入量推定の検討, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp. 159-160, 2003.
- 7) 鈴木洋之, 野口健太郎, 長谷川和義, 石田享平: 同期加減算処理によるダム貯水池流入量の推定, 土木学会年次学術講演会講演概要集, II-249, 2003.
- 8) 石田享平: ダム貯水池への流入量の推定精度向上に関する研究, 北海道大学博士論文, 2000.

(2003. 6. 12受付)

ESTIMATION OF WATER INFLOW INTO JOZANKEI DAM RESERVOIR USING SYNCHRONOUS ADDITION/SUBTRACTION PROCESSING

Hiroyuki SUZUKI, Kentaro NOGUCHI, Kazuyoshi HASEGAWA and Kyohei ISHIDA

Amount of water inflow into a dam reservoir is estimated using information of time-varying of the hydrostatic water level. But, it is difficult to know the hydrostatic water level. Because, in data of water level, a signal of the hydrostatic water level is disturbed by the noise that is caused by water surface fluctuations. These noises cause too much estimation error of water inflow. In this study, the hydrostatic water level is attempted to estimate using the synchronous addition/subtraction processing (SAS). It is confirmed that the SAS could estimate water inflow which restrain influence of the noise. And in this study, estimation performance of the SAS is discussed. It is confirmed that the SAS had suitable performance as an inflow estimation method for water level data which have unknown information about noise.