



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	水資源開発計画のための三方湖群の水収支解析
Author(s)	石黒, 宗秀; 大西, 亮一
Citation	農業土木学会論文集, 125, 19-25, a1 https://doi.org/10.11408/jsidre1965.1986.125_19
Issue Date	1986-10
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/71041
Rights	© 社団法人 農業農村工学会
Type	journal article
File Information	1986_19.pdf



水資源開発計画のための三方湖群の水収支解析

石黒宗秀* 大西亮一*

Analysis of Water Balance in Mikata Lakes for Water Resources Development

Munehide ISHIGURO and Ryoichi OONISHI

National Research Institute of Agricultural Engineering

Abstract To examine the amount of intake water from Lake Mikata, water balance of the Mikata Lakes is analyzed numerically using a water balance model with plural tanks. As the lakes and sea are connected by short channels, the flows through the channels are approximated using the Manning formula. The numerical solution showed good agreement with observed values. The results showed that the inflow rate from downstream is affected by mean tide level, tide amplitude, precipitation and river flow. The results also showed the characteristics of the water balance in the Mikata Lakes. That is, the inflow rate from downstream becomes larger in summer due to less precipitation, less river flow and higher mean tide level in summer, and the influence of the annual change of precipitation on the water balance is larger than that of the tide level.

I. はじめに

近年の水需要量の増大に伴い、新たな水資源の開発が必要となっている。その一方策として、湖沼水の有効利用や、無効放流されている河川水の河口感潮域での有効利用が各地で図られている。

福井県嶺南地方に位置する三方湖群は、日本海に接する汽水湖群である**。その最上流部に位置する三方湖が、農業用水源として有効利用されている。しかしながら、過度の取水は、下流からの塩水侵入を活発にし、三方湖の塩素濃度が上昇するため、その検討が必要となる。

塩素濃度等の水質を検討するには、三方湖群の水収支が必要なので、筆者らは、連絡水路の流れを、マニング式を用いて解き、三方湖群を貯水池としてモデル化し、検討を試みた。さらに、この湖群水収支モデルを用いて、降水量・河川流入量および外潮位が、湖群の水収支に及ぼす影響を明らかにした。とくに、三方湖群では、潮位の季節変化の影響が特徴的であることがわかったので報告する。

II. 地区概要

福井県南部の三方町および美浜町の1部を流域とする三方湖群の流域は、面積約 94 km² (湖面積を含む) で、北は若狭湾に面し南は滋賀県境の標高 800 m 前後の低い山嶺に接する。

三方湖群は、沈降山地の谷間に水をたたえた沈水湖で

ある。湖群は、Fig. 1 に示すように、若狭湾と早瀬川で接し、久々子湖・水月湖・三方湖は、それぞれ浦見川・瀬戸の各連絡水道でつながっている。湖の水深は、久々子湖・三方湖が 1 m 前後と浅いのに対し、水月湖・菅湖は 10 m 以上と深い。各湖の流域面積と湖面積を Table 1 に、湖を結ぶ各連絡水道の諸元を Table 2 に示す。

この地区は、冬期に季節風のために雪が多く、梅雨現

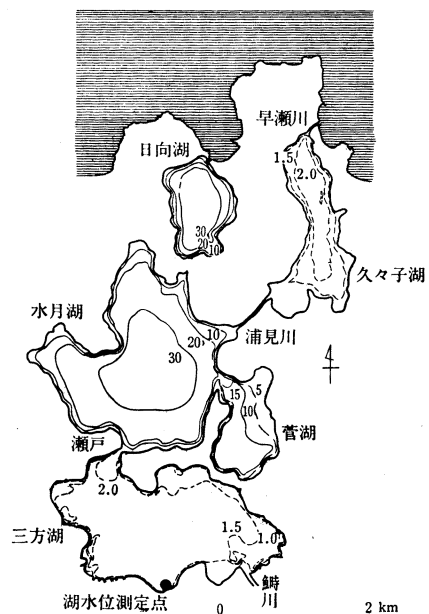


Fig. 1 三方五湖 (数字は、東京湾平均海面を基準とした水深 m)

Mikata Lakes

* 農業土木試験場

キーワード：水源計画、貯水池、素掘水路、ルンゲ・クッター法、水収支法、潮汐、潮位、降水量、流出量、感潮区域、水面勾配

** 三方湖は、淡水湖であり、時に貧塩性汽水湖となる。

Table 1 湖の表面積・流域面積
Surface areas and basin areas of each lake
(単位: km²)

	三方湖	菅湖	水月湖	久々子湖
表面積	3.61	0.90	4.12	1.45
流域面積	62.35	1.92	4.03	15.91

注) 流域面積は湖表面積含まず

Table 2 連絡水道諸元
Sizes of each channel
(単位: m)

	瀬戸	水月湖＝菅湖	浦見川	早瀬川
水路幅	50.0	140.4	16.5	19.5
水路長	26.0	20.0	658.0	230.0
水路標高	-3.07	-17.7	-1.18	-1.47

象はあまり顕著でない。年降水量は、約 2,400 mm である。河川流量は、夏期に少なく冬期に多い傾向にある。外潮位は、冬春期に低く、夏秋期に高い。年間の月平均潮位の最大値と最小値の差は、約 35cm である。

湖群の最上流部に位置する三方湖の塩素濃度は、秋に高くなる。これは、前述の降水量・河川流量・外潮位の季節特性とともに、水月湖で夏期に形成された水温成層が秋に崩れ、対流によって上層の塩素濃度が上昇するためと考えられる。また、三方湖の塩素濃度は、年較差も大きく、外潮位の高い年・降水量の少ない年にとくに高い値を示す¹⁾。

III. 水収支の解析方法

1. 水収支モデル

湖の水収支は、河川からの流入・湖面への直接降水・連絡水道からの流入流出・地下浸透・地下水浸入および湖面蒸発で成り立つと考えられる。三方湖群の水収支モデルでは、現地資料を考慮して、河川流入量・湖面への直接降水量・湖面蒸発量・外潮位をデータとして与え、久々子湖・水月湖・菅湖・三方湖の水位と各連絡水道の流量を計算する方式を取った。

水月湖・菅湖・三方湖の間を結ぶ各連絡水道は、通水能力が大きいため、3湖の水位を等しいとして、三方4湖を Fig. 2 に示す2段貯水池モデルとする。

早瀬川・浦見川の平面図・断面図は、Fig. 3 に示すとおりであり、計算には図の点線内の寸法の平均的な値を用いる。つまり、Fig. 4 に示すように、河床勾配が0の長方形水路とし、流量を水路両端の水位差から、次式で計算する。

$$q(z_1, z_2) = \frac{z_1 - z_2}{|z_1 - z_2|} B \left(\frac{z_1 + z_2 - z_0}{2} \right) \frac{1}{n} \times \left(\frac{z_1 + z_2 - z_0}{2} \right)^{2/3} \left(\frac{|z_1 - z_2|}{L} \right)^{1/2} \times 60 \dots (1)$$

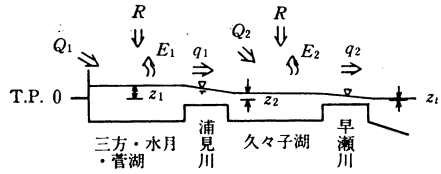


Fig. 2 2段貯水池モデル
Two series tank model

ここで、 q : 流量 (m³/min), B : 平均水路幅 (m), z_1 , z_2 : 水位 (m), z_0 : 平均水路底標高 (m), n : マニングの粗度係数 (s/m^{1/3}), L : 水路長 (m), である。また、三方湖と久々子湖の水位は、連続の条件から、

$$\left. \begin{aligned} \Delta z_1 &= \left\{ R - E_1 + \frac{Q_1 - q_1(z_1, z_2)}{A_1} \right\} \Delta t \\ \Delta z_2 &= \left\{ R - E_2 + \frac{Q_2 + q_1(z_1, z_2) - q_2(z_2, z_t)}{A_2} \right\} \Delta t \end{aligned} \right\} \dots (2)$$

ここに、 z_k : 水位 (m), Q_k : 流域河川流入量 (m³/min), R : 降水量 (m/min), E_k : 湖面蒸発量 (m/min), A_k : 湖面積 (m²), $q_1(z_1, z_2)$: 浦見川流量 (m³/min), $q_2(z_2, z_t)$: 早瀬川流量 (m³/min), z_t : 外潮位 (m), Δt : 差分時間 (min), Δz_k : Δt の間の変化水位 (m), 添字 k は、1: 上流3湖, 2: 久々子湖を示す。

(2) 式を、ルンゲ・クッタ法²⁾で数値積分し、各湖の水位を求めた。差分時間は、60 分とした。

一方、瀬戸および水月湖・菅湖間の連絡水道流量は、三方湖・菅湖および水月湖の水位が等しいとすれば、次式が成立する。

$$\begin{aligned} \Delta z_1 &= \left(R - E_a + \frac{Q_a - q_a}{A_a} \right) \Delta t \\ &= \left(R - E_b + \frac{Q_b - q_b}{A_b} \right) \Delta t \\ &= \left(R - E_c + \frac{Q_c + q_a + q_b - q_1}{A_c} \right) \Delta t \dots (3) \end{aligned}$$

ここに、 q_a : 瀬戸の流量 (m³/min), q_b : 菅湖・水月湖間の流量 (m³/min), 他の添字 $a \cdot b \cdot c$ は、それぞれ、三方湖・菅湖・水月湖を示す。菅湖の湖面蒸発量は、水月湖の湖面蒸発量に等しいとして、(3) 式を整理すると、瀬戸および菅湖・水月湖間の流量は、次式で表される。

$$\left. \begin{aligned} q_a &= \left\{ (A_b + A_c) Q_a - A_a (Q_b + Q_c) \right. \\ &\quad \left. - A_a (A_b + A_c) (E_a - E_c) + A_a q_1 \right\} / A \\ q_b &= \left\{ (A_a + A_c) Q_b - A_b (Q_a + Q_c) \right. \\ &\quad \left. + A_a A_b (E_a - E_c) + A_b q_1 \right\} / A \end{aligned} \right\} \dots (4)$$

ただし、 $A = A_a + A_b + A_c$ である。

2. 計算の入力条件

(1) モデル検証の入力条件 この水収支モデルの妥

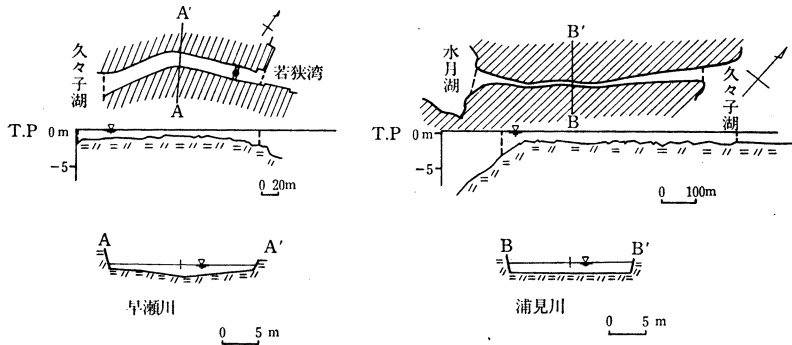


Fig. 3 連絡水路の平面図および断面図
Plans and sections of the channels

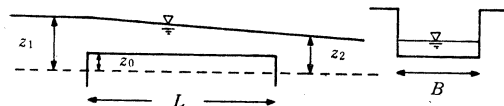


Fig. 4 水路モデル
Channel model

当性を検証し、各連絡水道の流れの状態を明らかにするために、1982年の実測河川流入量・降水量および外潮位を用いて、三方湖群の水収支を解析した。

(2) 外潮位と降水量・河川流入量の影響を解析する入力条件 外潮位と降水量・河川流入量が連絡水道流量に与える影響を明らかにするために、外潮位・降水量および河川流入量を次のように仮想的に与えた。

1) 外潮位 外潮位 (H) は、敦賀港の調和分析結果³⁾を用いて、

$$H = H_0 + H_m \sin \left(360^\circ \times \frac{I}{12.42} \right) + 0.02 \sin \left(360^\circ \times \frac{I}{12.0} \right) + 0.06 \sin \left(360^\circ \times \frac{I}{23.93} \right) + 0.05 \sin \left(360^\circ \times \frac{I}{25.82} \right) \dots (5)$$

とする。ここに、 H_0 : 平均潮位 (m)、 H_m : 主太陰半日週潮の振幅 (m)、 I : 1月1日0時からを通算時間、である。

平均潮位 (H_0) には、季節変化の無い条件として、1982年の平均値 (=0.1968m) を与え、季節変化のある条件として、月平均潮位に正弦波で近似させた次式を与え、その影響を比較した。

$$H_0 = 0.1968 - 0.1715 \sin \left(360^\circ \times \frac{D+15.2}{346.75} \right) \dots (6)$$

ここに、 D は、1月1日からの通算日数である。(6)式の平均潮位は、3月13日に最小、9月13日に最大となる。主太陰半日週潮 (H_m) には、敦賀港の調和常数 0.06 と、その2倍の 0.12 の2種類を用いて、潮汐の

振幅の大小による影響を比較した。

2) 降水量 降水量の多少の影響を明らかにするために、敦賀測候所の年平均降水量 (2410 mm) を均一かつ連続的に与えた場合と、月ごとに、月平均降水量を均一かつ連続的に与えた場合の、2種類を入力した。ただし、月平均降水量を与える場合は、渇水時の影響を見るために、7月・8月

は、岩井・角屋法によって求めた10年確率の非超過確率値を用いた。

3) 河川流入量 1982年の年河川流入量と年降水量の比 (0.857) を日降水量に乘じた。

このように、①平均潮位の変化、②潮汐の振幅、③降水量・河川流入量の多少、の影響を明らかにするため、Table 3 に示す Case 1~Case 4 までの4ケースについて計算し、比較した。

(3) 外潮位・降水量の年較差の影響を解析する入力条件 日本海から三方湖群へ海水が逆流する流量の増大要因として、平均潮位の上昇、降水量・河川流入量の減少が考えられる。そこで、月平均潮位および月降水量の年較差が水収支に与える影響を明らかにするため、次に示す三つの入力条件で解析した。潮位の確率計算は、月ごとの平均潮位が正規分布するものと仮定して求め、降水量の確率計算は、岩井・角屋法を用いて求めた。

1) 平年の入力条件 (以下、平年のケースと略記)

(平年の潮位データ) = (1982年の潮位データ)

$$+ \{ (\text{平年の月平均潮位}) - (1982年の月平均潮位) \} \dots (7)$$

(平年の降水量データ) = (1982年の降水量データ)

$$\times \{ (\text{平年の月降水量}) / (1982年の月降水量) \} \dots (8)$$

(平年の河川流入量データ)

$$= \{ (1982年の河川流入量データ) - (\text{基底流量}) \} \times \{ (\text{平年の月降水量}) / (1982年の月降水量) \} + (\text{基底流量}) \dots (9)$$

Table 3 計算ケース
Conditions of analysis

	平均潮位	潮汐の振幅 (m)	降水量
Caes 1	正弦曲線近似	0.06	一定
Case 2	正弦曲線近似	0.12	一定
Case 3	一定	0.06	月ごとに变化
Case 4	正弦曲線近似	0.06	月ごとに变化

ここで、基底流量は、観測河川の過去3年間の最低流量とした。

2) 月平均潮位が10年確率の超過確率値を取る場合の入力条件(以下、潮位10年確率のケースと略記) 潮位データは、(7)式と同様に、超過確率10年確率の月平均潮位と1982年の月平均潮位の差より求める。降水量データと河川流入量データは、平年のケースと同一の値を用いた。

3) 月降水量が10年確率の非超過確率値を取る場合の入力条件(以下、降水10年確率のケースと略記) 降水量データと河川流入量データは、(8)式・(9)式と同様に、1982年の月降水量との比較で求めた。潮位データは、平年のケースと同一の値を用いた。

ただし、a・b・cの3ケースとも、農業用水として重要な灌漑期を比較することとし、非灌漑期(1月～3月、10月～12月)については、1982年のデータを用いた。月平均潮位および月降水量の10年確率値・平年値および1982年値を、Figs. 5・6に示す。

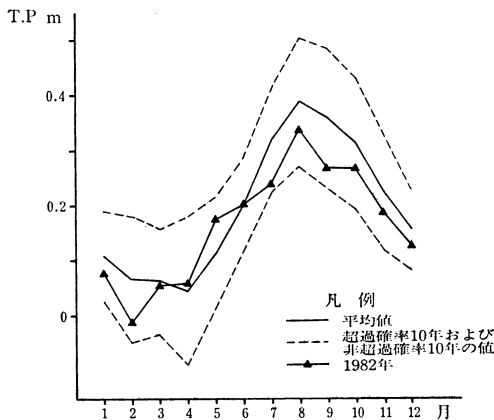


Fig. 5 敦賀港月平均潮位
Monthly mean tide level of Tsuruga Harbor

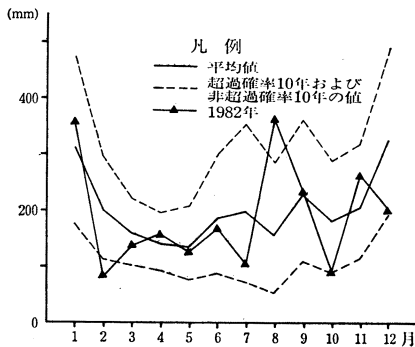


Fig. 6 月降水量(敦賀観候所)
Monthly precipitation of Tsuruga Meteorological Station

3. 解析に用いるデータ

(1) 河川流入量 河川流量は、この流域で最も大きい鱒川で、三方町が測定したデータを用いた。各湖への流入量は、比流量を用いて流域面積に比例して配分した。

(2) 降水量 1982年の降水量は、福井地方気象台美浜観測所の日降水量記録を用いた。月降水量の確率計算は、敦賀測候所の1898～1982年の記録を用いた。

(3) 外潮位 1982年の外潮位は、敦賀港検潮所の1時間ごとのデータを用いた。月平均潮位の確率計算は、同所の1969～1982年のデータを用いた。

(4) 湖面蒸発量 湖面蒸発量は、湖の深浅によって異なるため、水月湖・菅湖については、山本ら⁴⁾が、乱流輸送式を含む熱収支式によって求めた水月湖の蒸発量を、三方湖と久々子湖については、山本らが同様に熱収支式中の水中熱伝導を0として求めた値を用いた。

(5) 地下浸透量・地下水浸入量 地下浸透量・地下水浸入量の実測は、難しく、データを得ていない。ここでは、三方湖群周辺が、透水性の低い堆積物から成っている⁵⁾ことから、他の水収支項に比べて量的に少ないと考えて省略した。

(6) 連絡水路の粗度係数 早瀬川の粗度係数については、1984年5月29～30日に行った流量・水位測定結果を、(1)式で整理し、 $n=0.066$ を得た。

浦見川については、岩盤を開削した水路であることと、1982年の三方湖の実測水位と計算水位の比較検討の結果から、 $n=0.030$ とした。

(7) 三方湖の水位 計算水位と比較するため、福井県養殖試験場が1982年に測定したデータの1時間平均値を用いた。測定位置をFig. 1に示す。

IV. 解析結果と考察

1. 水収支モデルの計算誤差について

ここで用いた水収支モデルの特徴は、湖群を結ぶ連絡水路の流れをマニング式で簡略化して計算した点にある。実際の流れは非定常のため、計算誤差が生ずるが、定常としたために省略された局所加速度項 $g^{-1} \cdot \partial u / \partial t$ および、対流加速度項 $g^{-1} \cdot u \cdot \partial u / \partial x$ 中の水位の時間変化に関する値は、たかだか 10^{-6} のオーダーである (g : 重力加速度, u : 流速)。マニング式近似で用いる水面勾配が 10^{-6} のオーダー以下となるのは、水路長の長い浦見川においても、水路両端の水位差が1cm以下になる場合であり、前記加速度項による誤差は無視し得る。また、対流加速度項中の水面勾配に関する値は、常に浦見川の水面勾配の 10^{-1} 以下であり、定常流公式による近似でよい結果を得ると考えられる。

また、浦見川上流端と鯉川河口間の波の伝播時間は20分以内であり、計算時間間隔60分と比較して短かく、湖水位を各時間ごとに一定と近似して計算できる。風による水面の吹寄せが問題となるが、ここでは、平均値を取扱うことにする。

1982年の三方湖水位の計算値と実測値を比較したところ、Fig. 7 のようになった。4月・7月がよく合っている月、1月・11月が最も合わなかった月である。この結果から、このモデルで、湖群の水収支を良好に再現し得ることがわかる。

2. 三方湖群の水収支特性

1982年の1月と7月の各連絡水道流量のシミュレーション結果を Figs. 8・9 に示す。河川流入量・降水量が多く外潮位が低い1月は、どの連絡水道もほとんど下流への流出（以下、流出と略記）が大部分で総量も多い。それに対し、河川流入量・降水量が少なく外潮位が高い

7月は、どの連絡水道も潮の干満に対応して上流への逆流（以下、逆流と略記）および流出が繰返される。1月においても、流量の変化が外潮位の変化に対応しているが、年間を通して、早瀬川の流量が、潮位変化に敏感であるのに対し、上流の連絡水道ほど、変化が鈍くピーク流量も少なくなることがわかる。

3. 外潮位・降水量・河川流入量が連絡水道流量に与える影響

三方湖群の水収支は、降水量・河川流入量・外潮位・湖面蒸発量・地下浸透量・地下水浸入量に規定される。したがって、連絡水道流量は、これらの要因が相互に関連し合っている。これらの要因のうち、地下浸透量・地下水浸入量は、地質状況から、他の要因と比較して無視し得ると考えられる。また、湖面蒸発量は、長期的に見れば、月ごとの平均値を用いることによって連絡水道流量に与える影響を妥当に再現し、かつ月平均値の年較差の影響は、降水量・河川流入量・外潮位の変動の影響と比較して小さいと考えられる。したがって、ここでは外潮位と降水量・河川流入量が、連絡水道流量に与える影響を考察する。

外潮位・降水量・河川流入量の影響は、既往のデータや1982年のシミュレーション結果からも示唆されるが、

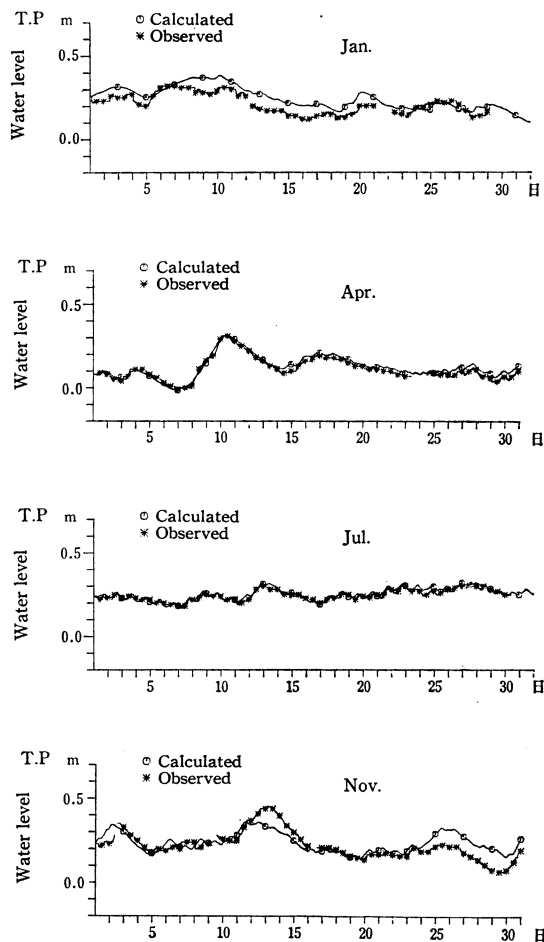


Fig. 7 三方湖水位の計算値と実測値

Observed and calculated water levels of Lake Mikata

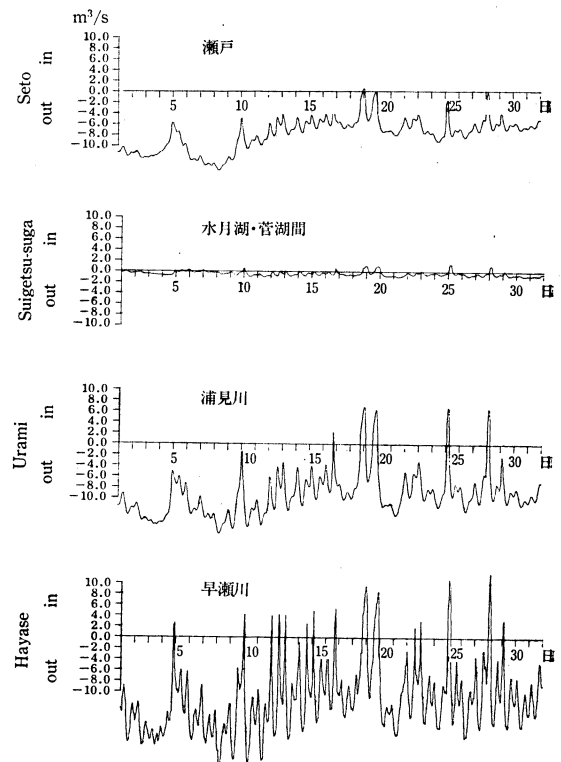


Fig. 8 各連絡水道の計算流量 (Jan. 1982)

Calculated flow rates through each channel

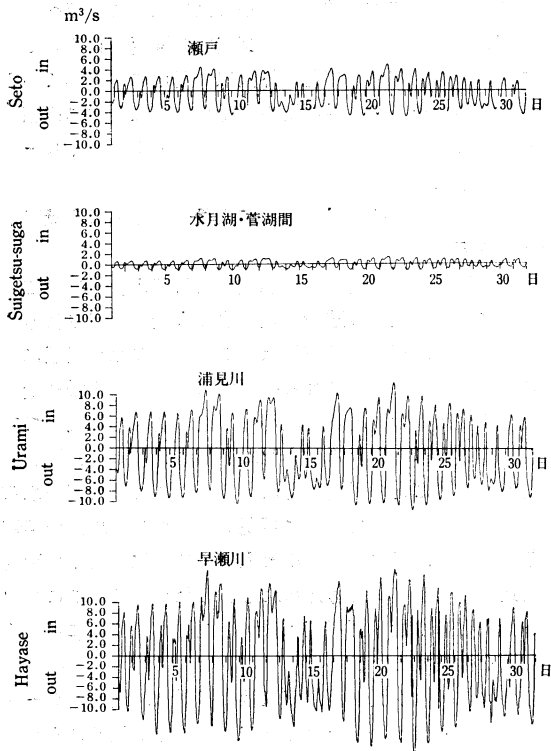


Fig. 9 各連絡水道の計算流量 (Jul. 1982)
Calculated flow rates through each channel

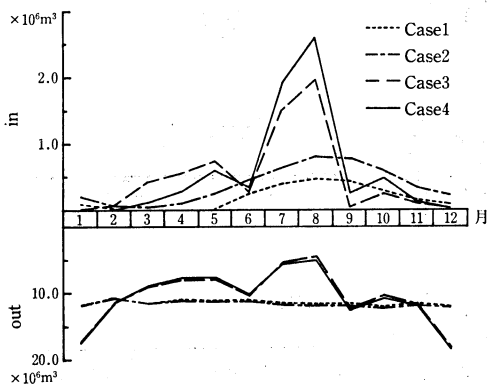


Fig. 10 各計算ケースの瀬戸の月別逆流量・流出量
Monthly inflow and outflow rate of each case

ここでは外潮位・降水量を前述の Table 3 に示す仮想的な条件として与えてシミュレートし、それぞれの要因の影響を明らかにする。シミュレーション結果の一例として、瀬戸の月別流量を Fig. 10 に示す。

降水量を一定とし、9月に平均潮位が最大となる条件 Case 1・Case 2 の計算結果から、平均潮位が高いと連絡水道逆流量が多くなることがわかる。一方、流出量は、

平均潮位変化の影響を受けるものの、絶対量が多いため、その影響は小さい。

潮汐の振幅を2倍とした Case 2 の逆流量は、Case 1 の逆流量より常に多く、振幅が大きいと逆流量が多くなることがわかる。一方、流出量も Case 2 が常に多くなるものの、振幅の流出量に与える影響は、相対的に小さい。

降水量・河川流入量のみの影響を明らかにするために平均潮位を一定とした Case 3 の計算結果から、渇水期(7月・8月)に逆流量が多くなり、流出量が少なくなることがわかる。これに平均潮位変化の影響が加わると、逆流量と流出量は、平均潮位が低い時期に減少し、平均潮位が高い時期に増加することが、Case 4 の計算結果との比較で明らかである。この場合も、流出量に与える平均潮位変化の影響は、相対的に小さい。

以上の結果から、逆流量は、平均潮位が高く、潮汐の振幅が大きく、降水量が少ないほど多くなることが明らかである。

4. 外潮位・降水量の年較差が水収支に与える影響

前節において、外潮位・降水量・河川流入量が連絡水道流量に影響を与えることを明らかにした。ここでは、潮位10年確率のケース・降水10年確率のケース・平年のケースを比較することによって、外潮位・降水量の年較差が水収支に与える影響を考察する。シミュレーション結果の例として、瀬戸の平年・潮位10年確率・降水10年確率各ケースの月別流量*を、Fig. 11 に示す。

潮位10年確率のケースは、平年のケースより外潮位が高いため、湖水位も高くなり、また、各連絡水道流量も外潮位の影響を受けて変動が大きくなる。したがって、月別逆流量・流出量は、平年のケースと比較して多く、

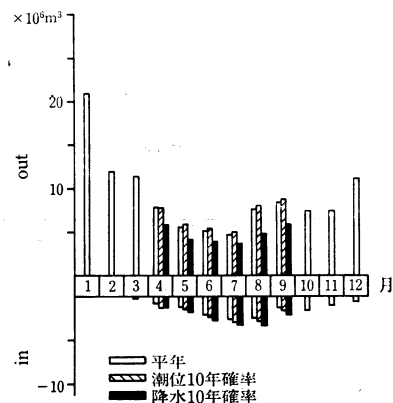


Fig. 11 瀬戸の月別逆流量・流出量
Monthly inflow and outflow rate through Seto

* 湖水の平均滞留時間は、三方湖で約20日、久々子湖で約6日であり、水資源開発計画作成に際しては、月単位は妥当でないが、ここでは、水収支の概略の傾向を知るために月別流量で表した。

瀬戸を例に取れば、灌漑期の総逆流量は、平年の 1.20 倍、総流出量は、平年の 1.05 倍となる。

降水10年確率のケースは、他のケースより河川流入量、湖面への直接降水量が少ないため、各連絡水道流出量が少なくなる。また、河川流入量・直接降水量が少ない影響は、湖面の低下としても現れ、外潮位の影響を受けやすくなり、各連絡水道逆流量が多くなる。瀬戸を例に取れば、灌漑期の総逆流量は、平年の 1.40 倍、総流出量は、平年の 0.72 倍となる。

以上より、連絡水道流量は、潮位と降水量の年較差の影響を受けるが、三方湖群の水収支に与える影響は、降水量の年較差の方が大きいことが明らかとなった。

V. ま と め

海や各湖が、水道で連絡した三方湖群の水収支モデルとして、多段貯水池モデルを作成し、良好な結果を得た。

このモデルを用いて、外潮位・降水量・河川流入量が三方湖群の水収支に与える影響を明らかにした。

① 平均潮位が高くなると、連絡水道逆流量・流出量とも多くなる。

② 潮汐の振幅が大きくなると、逆流量・流出量とも多くなる。

③ 月降水量・河川流入量が多いほど、逆流量が増加し、流出量が減少する。

三方湖群の水収支特性は、シミュレーションの結果、次のようであることがわかった。

① 冬期には、降水量・河川流入量が多く平均潮位が低いいため、連絡水道からの流出量は多く、逆流量は少ない。それに対し、夏期には、降水量・河川流入量が少な

く平均潮位が高いため、連絡水道からの逆流量は増加し、流出量は減少する。しかし、逆流量は流出量より少ないか同程度である。

② 連絡水道の流量の経時変化は、降水量・河川流入量が少なく平均潮位の高い夏期には、外潮位の影響を強く受け、冬期より周期的で鋭いピークを描く。

③ 日本海と接する早瀬川の流量は、外潮位の変化に対応して変化するが、上流の連絡水道ほど、外潮位の影響が弱くなり、変化が小さく、ピーク流量も少ない。

④ 降水量・河川流入量の年較差は、外潮位の年較差よりも湖群の水収支に与える影響が大きい。

本法を用いることによって、短かい水路で結ばれた湖沼群・貯水池群の水収支解析が容易になり、用排水計画の樹立に際して活用できるものと考えられる。

最後に、資料の収集・現地調査に際して、福井県若狭事務所耕地課および三方町耕地課の諸氏に、現地調査に際して、農業土木試験場水利部の豊田裕道氏に、多大なるご協力を賜った。ここに厚く感謝の意を表します。

なお、本研究には、農土試の電算機 FACOM M160F を用いた。

引用文献

- 1) 農林省北陸農政局：三方湖水質関係資料，昭和 51 年 3 月 (1976)
- 2) 農林省構造改善局設計課：電算標準例題集，全国農業土木技術連盟，pp. 209～220 (1976)
- 3) 斎藤行正：海水・海流・潮汐，海文堂文庫，pp. 203 (1959)
- 4) Yamamoto, G., Chein, B. T., Yasuda, N. and J. Kondo: Evaporation from Deep Lakes in Japan. J. Meteor. Soc. Japan, 50, No. 5, pp. 423～430 (1972)
- 5) 農林省北陸農政局計画部：淡水湖開発基本調査報告書，三方地区，pp. 12～25 (1983)

[1985. 9. 30 受稿]

[この論文に対する公開の質疑あるいは討議 (4,000 字以内，編集委員会あて) は，1987 年 4 月 25 日まで受け付けます。]

牧柵柱の故障と架線の断線の調査

細川 吉晴

牧柵の雪害に及ぼす要因を検討するために高標高地の牧柵を調査した。牧柵の設置された土地の傾斜が大きくなるほど牧柵柱の故障が多く、架線の断線はこれを牧柵柱に針金で留めた個所や緩み調査した個所に多く見られた。こうした牧柵柱の故障や架線の断線の要因は、主に積雪沈降荷重や、牧柵管理の架線作業における補修方法であると考えられた。(農土論集 125, pp. 1~8)

キーワード 牧柵, 雪害, 積雪沈降荷重, 断線, 引張り強度

極限平衡法を利用した斜面安定解析 (II)

古谷 保

斜面安定解析のための極限平衡法において, Morgenstern-Price 法や Spencer 法 (1973 年) は一般分割法と呼ばれ, 任意形状の滑り面について不静定内力を考慮して精密に安全率を計算することができる。本報告では, この他に Spencer-Q 法と筆者の提案する方法を加えた四つの一般分割法について比較を行い, 提案する方法が Morgenstern-Price 法の一般性と Spencer-Q 法の単純さをあわせ持つ方法であることを示した。

(農土論集 125, pp. 9~17)

キーワード 静水圧(ダム), 地震力, ニュートン・ラプソン法, 浸透水圧, 間隙水圧, 粘着力, 内部摩擦角, 安定係数, 滑り面

水資源開発計画のための三方湖群の水収支解析

石黒 宗秀・大西 亮一

三方湖の湖水の取水量検討のため, 多段貯水池水収支モデルを用いて, 三方湖群の水収支の数値解析を行った。湖群や海は, 短い水路でつながっているため, 水路の流れをマニング式で近似し, 良好な解析結果を得た。この結果から, 下流からの逆流水量が, 平均潮位・潮汐の振幅・降水量および河川流入量に影響されていることがわかり, 三方湖群の水収支特性が明らかとなった。

(農土論集 125, pp. 19~25)

キーワード 水源計画, 貯水池, 素掘水路, ルング・クッター法, 水収支法, 潮汐, 潮位, 降水量, 流出量, 感潮区域, 水面勾配

低平機械排水地区の降雨流出特性

鎌田 新悦

機械排水地区における高水排水は, 流域からの流出量が増大するにつれて稼働ポンプ台数が増加し, やがて最大稼働台数に達する。さらに降水が継続し, 流域内の貯留量が増加すれば, ポンプ稼働台数が上限に達していることから, 幹線排水路内の水位が上昇する。このような水位の上昇が, 流域の流出特性に及ぼす影響の解明は低平地における排水計画上也重要なことである。ここでは, 実測値に基づき, 排水路水位の影響について検討した。

(農土論集 125, pp. 27~35)

キーワード 機械排水, 流出量, 貯留, 高水流出, タンクモデル, 低平地流域

赤外放射温度計を用いた灌漑時期判定の試み

長 智男・矢野 友久・中野 芳輔

灌漑作物の葉温測定に赤外放射温度計を利用する場合その測定値の精度向上に当って, 背景放射量および作物の放射率の影響について検討した。

灌漑時期判定に用いるため, 葉温をパラメータとする三つの指標について適用性の比較検討を行った。その結果, 最も簡単な指標である葉・気温差を用いても, 継続観測を行い, その変化のパターンを知れば灌漑時期の判定が可能であることを明らかにした。

(農土論集 125, pp. 37~44)

キーワード 灌水量, スプリンクラ, 節水栽培, 潜熱伝達量, 顕熱伝達量, 蒸発散比

水クッション内の跳水現象について

秋吉 康弘・田中 宏平・四ヶ所四男美

集水暗渠方式溪流取水工等で設計される水クッション構造は, 流水減勢や, 湛水深確保等の主目的に加えて, 用水中への土砂礫等の混入防止対策も重要な課題となる。本論は, これら土砂礫の混入防止対策の基礎資料を得るために水クッション内の流況, とくに, 平水量時に発生する跳水の表面渦領域, 跳水前後の共役水深, 表面渦内の流速分布形状等について実験的検討を行ったものである。

(農土論集 125, pp. 45~52)

キーワード 取水計画, 溪流取水工, 水クッション, 共役水深, 跳水