

河川の水質予測手法の開発に関する調査研究

【水環境室】

若林健二・石野 哲*・南條吉之・洞崎和徳・山本浩康・小川美緒・奥田益算・初田亜希子

A Study on the Development of River Water Quality Forecast Technique

Kenji WAKABAYASHI, Toru ISHINO, Yoshiyuki NANJO, Kazunori HORASAKI,
Hiroyasu YAMAMOTO, Mio OGAWA, Masukazu OKUDA, Akiko HATSUDA

Abstract

The river water quality forecast technique was developed for the purpose of gathering information on water and for acquiring the tool to control the quality. The four rivers (River Toneri, River Togo, River Ueshi and River Hanami) which flow into Lake Togoike (near our research institute) were used as models to develop this technique.

1 はじめに

河川の水質予測手法を開発し河川の汚濁輸送構造を解明することは、貴重な淡水資源である河川はもとより、下流にある湖沼・海域の水質保全対策を講ずるためには特に重要です。

現在、鳥取県では湖沼の水質予測を外注し、その結果を以て湖沼水質保全計画等に活用している。外注された水質予測の結果は、その時点での最新の知見を以て予測されているものの、一段の精度向上が望まれている。

そのため、水質保全対策のツールとなると共に、水質予測における知見の集積を目的に、当所近郊に位置する東郷池に流入する4河川(舎人川、東郷川、羽衣石川、埴見川)をモデルとして、河川の水質予測手法の開発を行った。

ここで、河川の水質予測手法の開発を行うにあたり、倉吉保健所が行った「東郷池流入汚濁負荷量実態調査」¹⁾²⁾と当所が行った「県内3湖沼の流入河川水調査」³⁾及び位置的に近い倉吉のアメダスデータをバックデータとして平成15年度における河川の水質を再現すべく行った。

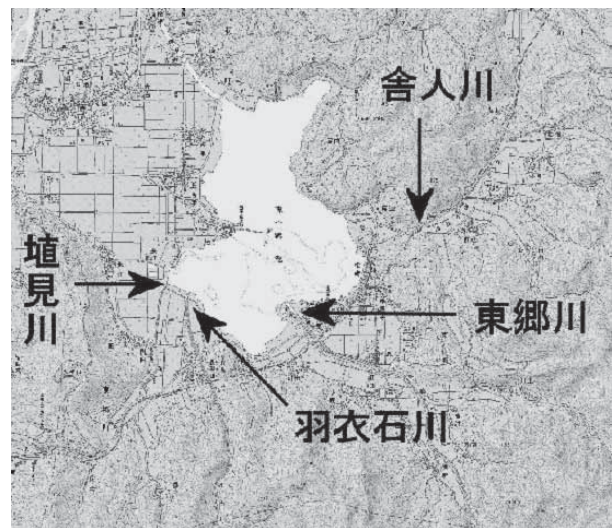


図1 東郷池に流入する4河川

2 方法

1) 流量

降水量と各流域区分における流域面積を基に流域の土地利用を考慮しうるタンクモデル⁴⁾⁵⁾⁶⁾を用いて推定した。

フレームデータ

「東郷池流入汚濁負荷量実態調査」を基に5つの土地利用形態に分類した。分類したデータを表1に示す。

* 国土環境 環境技術グループ長

表1 集水域面積 (単位: km²)

	山林	畑	水田 (慣行)	水田 (側条)	市街地 等	合計
舎人川	7.59	2.41	1.37	0.02	0.47	11.85
東郷川	12.68	1.91	1.43	0.02	0.74	16.78
羽衣石川	6.29	0.24	0.61	0.01	0.19	7.35
埴見川	3.42	1.00	1.30	0.02	0.24	5.97

タンクデータ

土地利用状況から山地タンク、水田タンク、市街地等のタンクを設定した。さらに、中間流出、基底流出を表現する第2、第3段のタンクとして浅層地下タンク、深層地下タンクが設定され合計3段のタンク構成とした。タンクモデルの概念を図2に示す。

また、各タンクの水収支式は以下のとおりである。

$$Q_0 = \left(\sum_{i=1}^4 q_i \right) A / 86.4$$

$$q_i = a_i (H_0 - h_i)$$

$$\frac{dH_0}{dt} = q_{in} - \left(\sum_{i=1}^4 q_i \right)$$

ここに、

- Q₀ : タンクからの流出量 (m³/s)
- q_i : 各タンク流出孔からの流出高 (mm/日)
- q_{in} : タンクへの流入高 (mm/日)
- A : タンク面積 (km²)
- H₀ : タンク水位 (mm)
- h_i : 流出高の高さ (mm)
- a_i : 流出高係数

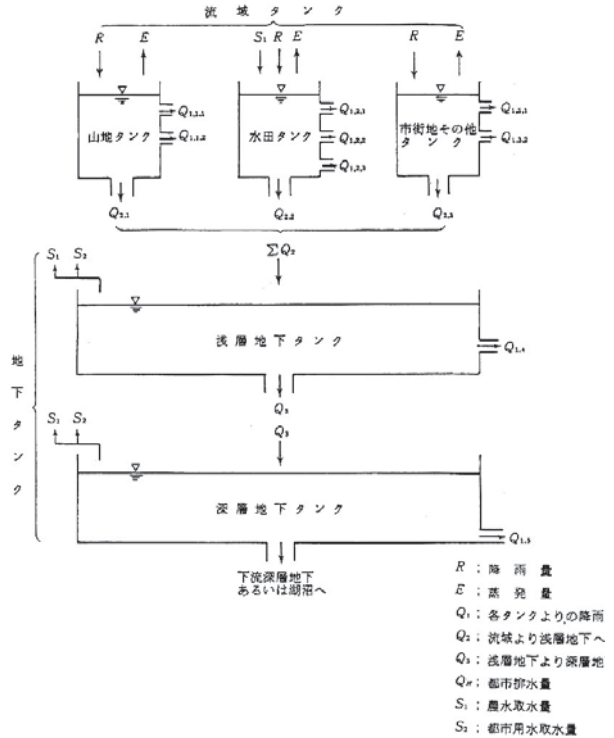


図2 タンクモデルの概念図

気象データ

降水量等の気象データは、モデルの近隣で入手可能な倉吉のアメダスデータを用いた。

各タンクの初期水位を任意に設定したため、計算結果を安定させる必要があり、予備計算期間として3ヶ月(H15.1.1~H15.3.31)を加え、本来の計算期間(H15.4.1~H16.3.31)の計算を行った。

2) 負荷量

各発生源の特性を考慮し、降雨の有無、流出時期の限定などを行い以下のように設定した。負荷量設定の概念を図3に示す。

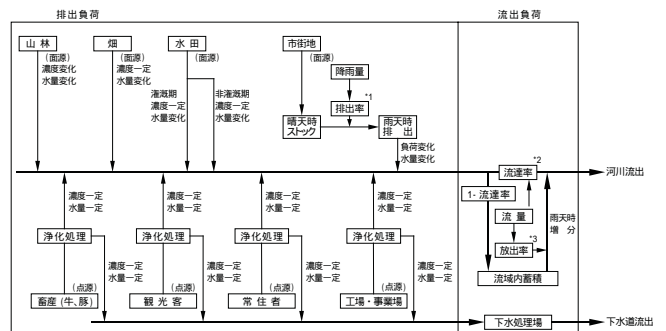


図3 負荷量設定の概念図

点源負荷量データ

畜産系、観光系、生活系、事業場系について、各々処理形態を考慮して積算した値を、毎日一定の値として与えた。

面源負荷量データ

流量計算に用いたタンクモデルで設定した日流量、または日降水量を基に日負荷量を設定した。

山林：当所が行った、モデル河川の流量と水質データを用い、L-Q式を作成し、日流量を与え算出した。図4に作成したL-Q式を、表2に求めた係数を示す。

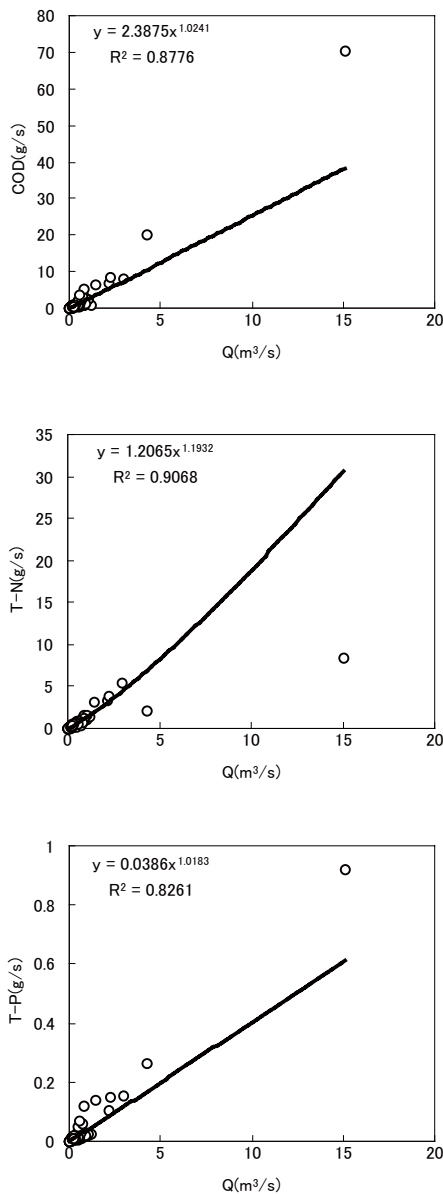


図4 L-Q式

表2 山林のL-Q式の係数 ($L = a \times Q^b$)

	a	b
COD	2.34	1.0241
T-N	1.21	1.1932
T-P	0.0386	1.0183

畑：年間負荷量を固定し、日流量で配分した。使用した原単位を表3に示す。

表3 畑の原単位 ($kg/km^2/day$)

COD	8.7
T-N	4.7
T-P	0.1

水田：灌漑期と非灌漑期に区分し、各々の期間の負荷量を固定し、各期の日流量で配分した。使用した原単位を表4に示す。

表4 水田の原単位 ($kg/km^2/day$)

	灌漑期		非灌漑期	
	慣行田	側条田	慣行田	側条田
COD	15.9	14.4	15.9	14.4
T-N	2.5	1.6	2.5	1.6
T-P	0.3	0.2	0.3	0.2

市街地等：日発生量を設定し、晴天時には蓄積し、雨天時には排出率を以て排出することとした。なお、排出方法は20mmの降雨で90%が排出することとした。使用した原単位を表5に示す。

表5 市街地等の原単位 ($kg/km^2/day$)

COD	12.4
T-N	3.6
T-P	0.2

流達状況：晴天時には排出負荷量を流出と蓄積に流達率を以て分けることとし、降雨時には流量に応じて蓄積分を放出率を以て流出することとした。なお、流達率、放出率は日比流量に基づき設定した。

3 結果と考察

(1) 流量

計算によって求めた各河川流量の経時変化を図5に示す。

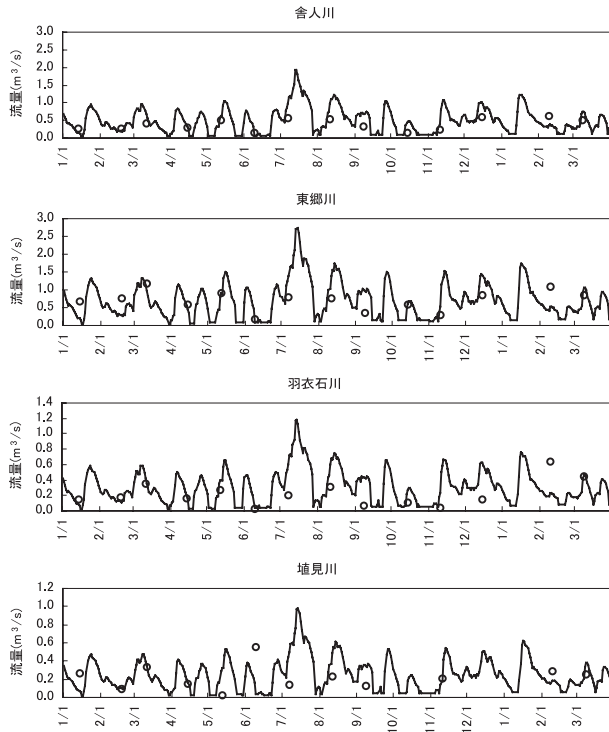


図5 各河川の流量経時変化計算結果
(印：実測値)

河川によりバラツキはあるものの、実測値と比較して良好な再現結果が得られた。冬季においては、一部実測値と合わない結果となった。

これは、降雪の影響等によるものと考える。降雪量の多い地域や精度向上を求める場合には、降雪を考慮したモデルも必要と考える。

また、降雨時と考えられる流量が多い時の再現性の確認が今回のデータでは取れなかった。

これは、再現性の確認を月1回の実測データとしたためであり、降雨時調査の必要性を感じた。

(2) 負荷量

計算によって求めた各河川の負荷量経時変化を図6～9に示す。

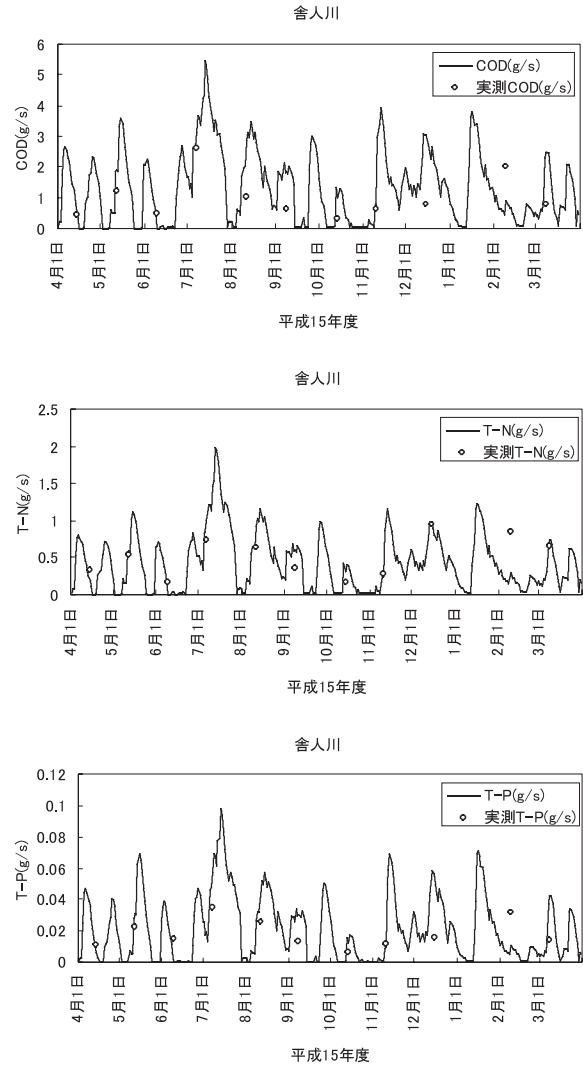


図6 舎人川の負荷量経時変化計算結果
(印：実測値)

河川によりバラツキはあるものの、実測値と比較して良好な再現結果が得られた。冬季においては、一部実測値と合わない結果となった。

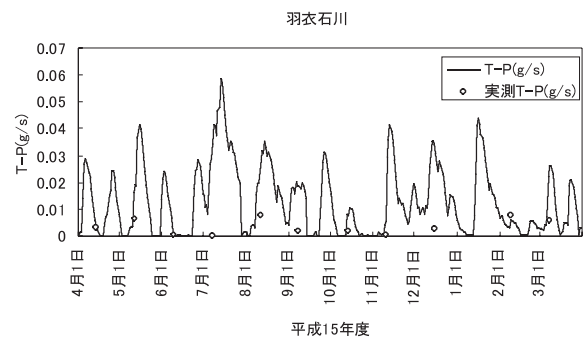
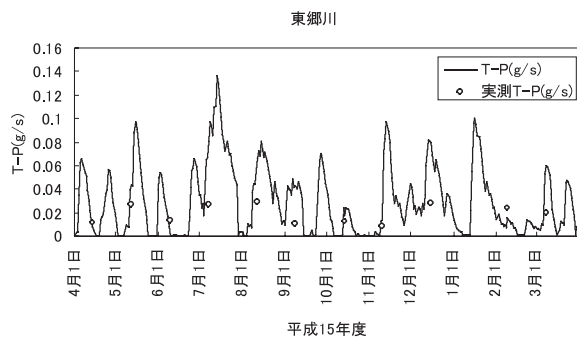
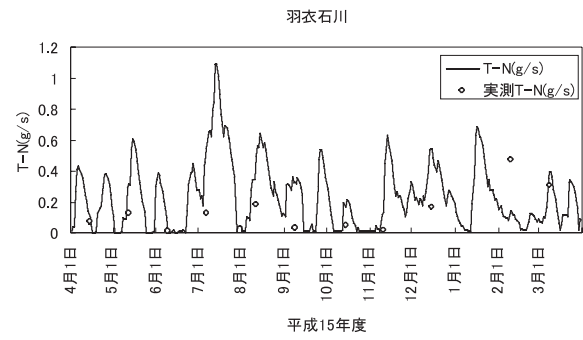
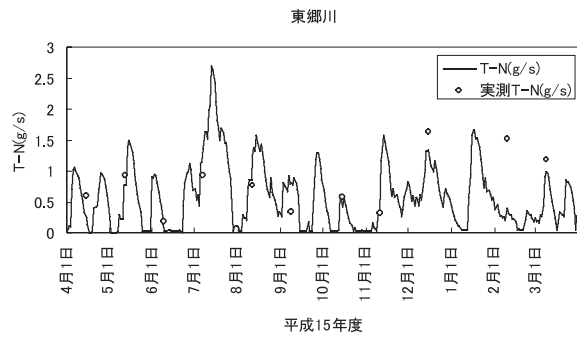
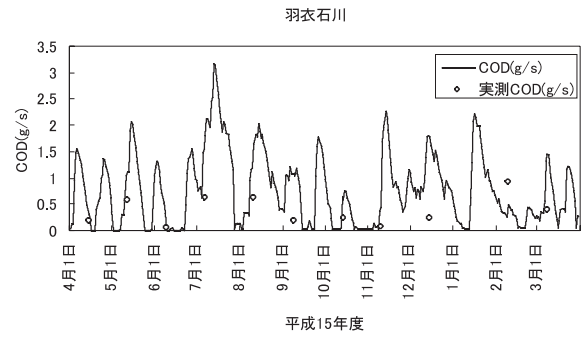
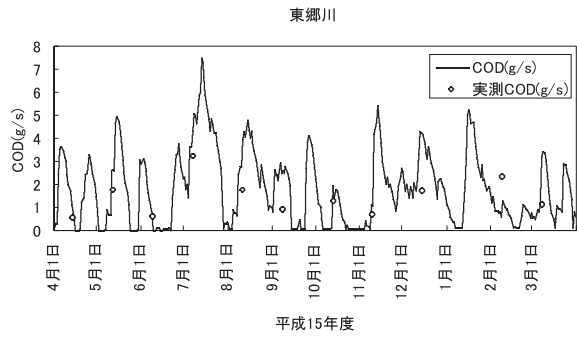


図7 東郷川の負荷量経時変化計算結果
(印：実測値)

図8 羽衣石川の負荷量経時変化計算結果
(印：実測値)

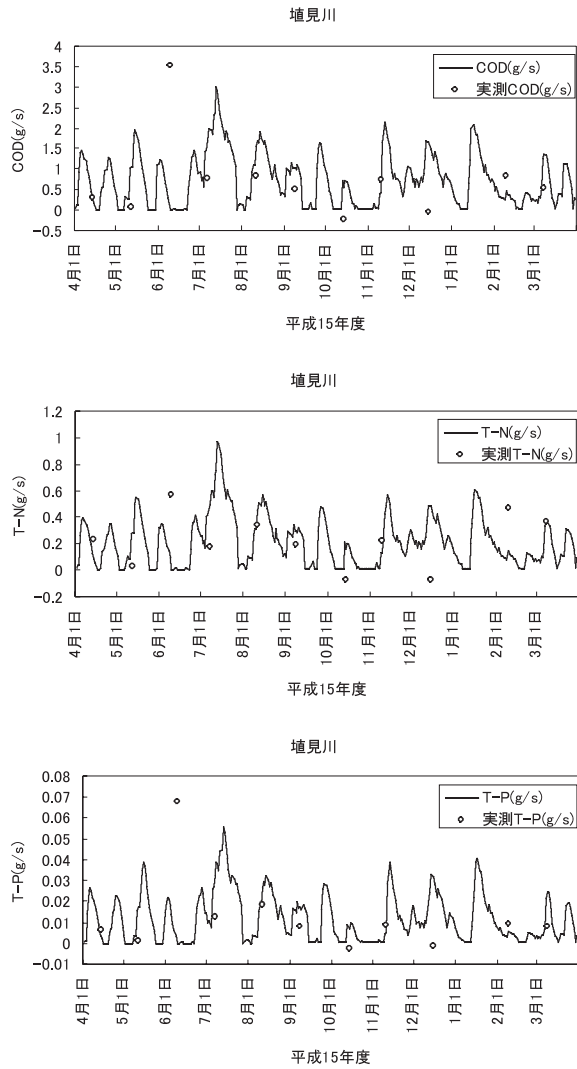


図9 埴見川の負荷量経時変化計算結果
(印：実測値)

河川・項目によりバラツキはあるものの、実測値と比較して良好な再現結果が得られた。

流量誤差の影響と考えられる誤差もあり、冬季等において実測値と合わない結果となった。

4 まとめ

(1) タンクモデルより、東郷池に流入する4河川(舎人川・東郷川・羽衣石川・埴見川) の流量を推定することができた。

その結果、月1回の測定値と比較して再現性の良いことが判った。

(2) 東郷池に流入する4河川(舎人川・東郷川・羽衣石川・埴見川) において、面源にはタンクモデルより得られた日負荷量を与え、点源には、処理形態に応じた積算値を与え、負荷量を推定することができた。

その結果、河川・項目による違いが見られるが、月1回の測定値と比較して再現性の良いことが判った。

5 謝辞

この河川の水質予測手法の開発を行うにあたって、快くご協力頂きました国土環境株式会社の皆様に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 鳥取県倉吉保健所(2000) 東郷池流入汚濁負荷量実態調査について(第1報)
- 2) 鳥取県倉吉保健所(2001) 東郷池流入汚濁負荷量実態調査について(第2報)
- 3) 若林健二(2005) 県内3湖沼の流入河川水について、鳥取県衛生環境研究所報、第45号、66-80
- 4) 鳥取県環境政策課(2002) 中海水質保全計画計算報告書
- 5) 鳥取県環境政策課(2005) 湖山池水質管理計画計算報告書
- 6) 新日本気象海洋株式会社(1994) 宍道湖・中海水質予測事業 中間報告書(本庄工区水質予測結果)