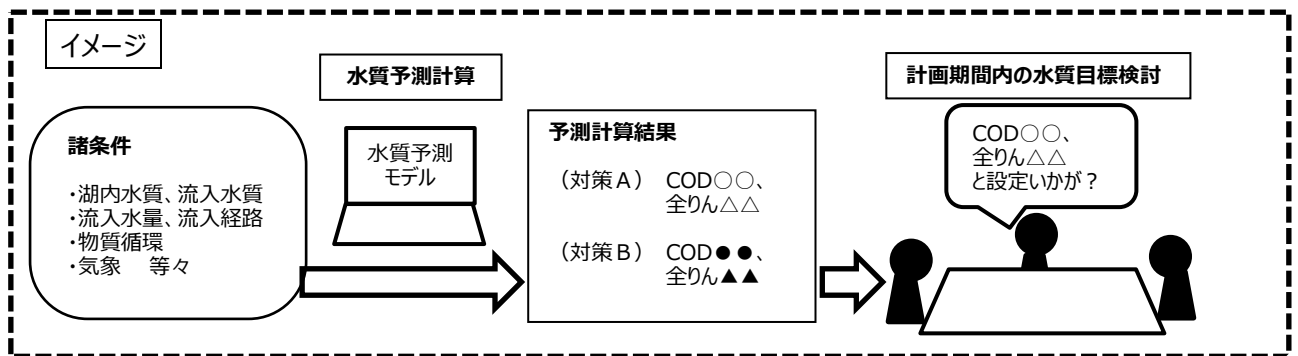


野尻湖水質予測モデルについて

1 水質予測モデルによるシミュレーション実施の目的

湖沼水質保全計画には、計画期間内に達成すべき水質目標と、その目標の達成に向けて実施すべき施策を盛り込むこととされている。この水質目標の設定は、現状における指定湖沼の水質及び指定地域内において公共用水域に排出される汚濁負荷量を把握するとともに、人口、産業等の動向を勘案して将来における汚濁負荷量の推移を推計し、これに伴う指定湖沼の水質への影響を予測する必要がある（「湖沼水質保全基本方針」（平成 18 年 1 月 26 日環境省告示 29 号））。

将来水質の予測に当たっては、湖沼の諸条件を搭載した水質予測モデルにより水質予測計算を行うことが通例であり、各種水質改善施策による効果を盛り込んだ水質目標が設定できる。



2 水質予測モデルの概要

2.1 基本方針

水質予測モデルの基本方針としては、野尻湖水質保全計画事業に含まれる各種対策の効果を時空間的に予測するために、第 6 期計画策定時に新たに構築したモデルを引き続き（一部改良して）用いることとした。野尻湖水質予測モデルの概要を表 1 に示す。

表 1 野尻湖水質予測モデルの概要

水平・鉛直分割	水平方向に 4 ボックス（図 1）、鉛直方向に最大 25 層（1～2m 間隔）	
水収支計算	計算項目	ボックス間・層間の流量
	諸過程	流域からの流入、ボックス間の移流、鉛直移流・混合、湖外への流出
熱収支計算	計算項目	水温、鉛直拡散係数
	諸過程	水面の熱収支、ボックス間・層間の熱収支、流域からの流入、流出
生態系モデル	計算項目	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 有機炭素（溶存態、懸濁態） ※計算結果を COD に換算 ✓ 窒素・リン（無機態、溶存有機態、懸濁有機態） ✓ 植物プランクトン（クロロフィル a）、溶存酸素量（DO） 等
	諸過程	<ul style="list-style-type: none"> ・ 植物プランクトンの光合成、枯死、呼吸、分泌、沈降 ・ 懸濁態有機物（炭素、窒素、りん）の分解、溶存化、沈降 ・ 溶存態有機物（炭素、窒素、りん）の無機化 ・ 底泥からの溶出（底層）、脱窒（表層） ・ 水中・底泥中の酸素消費、酸素の大気交換 等
計算条件の設定方法	直接流域・間接流域からの流量・負荷量、気象条件等を日単位で設定	

2.2 水平ボックス分割及び鉛直層分割

水質予測モデルでは、形状を踏まえて野尻湖を 4 つのボックスで表現した（図 1）。環境基準点である弁天島西はボックス 1、湖心はボックス 3 に位置している。

鉛直分割は1～2 m間隔で多層（最大25層）とした。これは、春から秋にかけての水温成層の形成とそれに伴う底層溶存酸素量の低下・栄養塩の溶出といった野尻湖で普遍的にみられる現象を表現できる解像度となっている。また、増水期と渇水期で全水深が変化することを考慮し、計算ステップごとに水位変動に応じて鉛直分割数が増減（層分割・層結合）することとした。

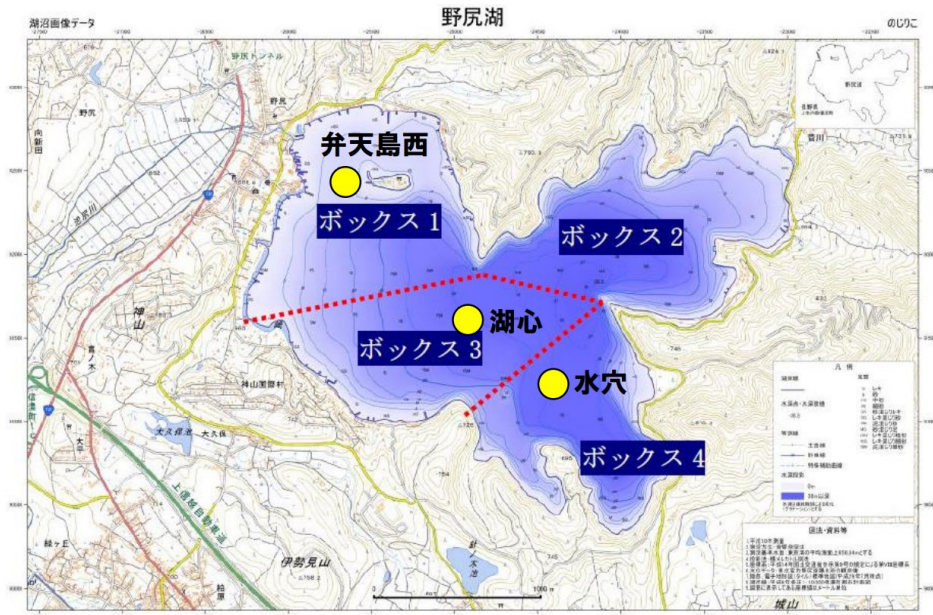


図1 野尻湖水質予測モデルのボックス分割（●は水質常時監視地点）

2.3 水収支計算

野尻湖の流域は、直接流域と間接流域から構成される。直接流域としては、菅川、市川、宮沢川等が湖に流入する。間接流域としては、伝九郎用水・古海用水のほか、池尻川発電所による関川からの揚水（4～5月頃）が含まれる。湖水は池尻川を通じて流出し、関川へ合流して日本海に注ぐ。

上記の点を考慮し、水収支を図2のとおりを設定した。流入層は等水温層（流入水温と等しい湖内水温の層）とし、流出層は最上層とした。

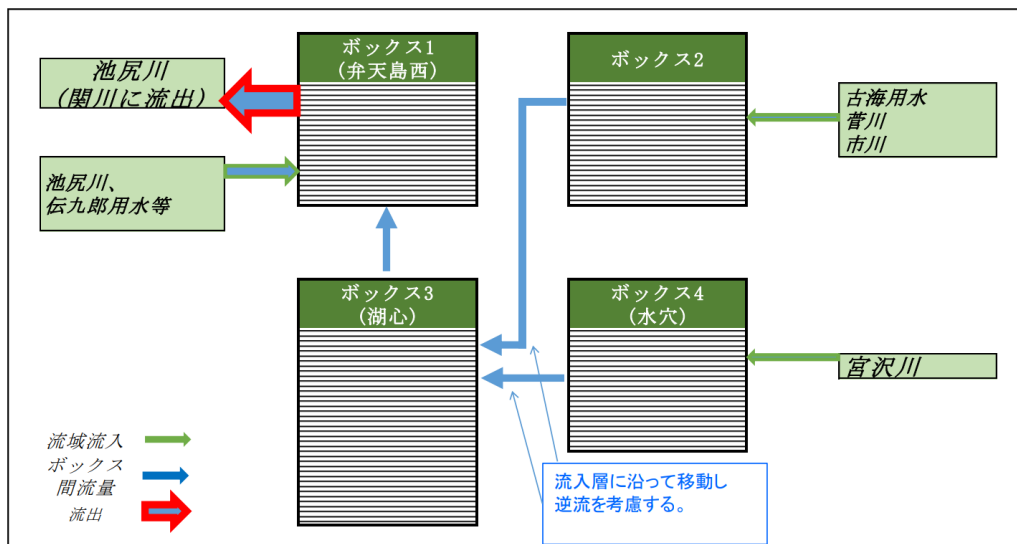


図2 流域及びボックス間の流入・流出の概念図

2.4 熱収支計算

熱収支計算（水温の計算）は、水面の熱収支、ボックス間の熱収支、鉛直方向の熱収支、流域からの流入、流出について考慮した。水面の熱収支では吸収日射量、有効長波放射量、顕熱輸送量、潜熱輸送量を考慮した。

2.5 生態系モデルによる計算

生態系モデルの概念図を図3に示す。なお、本モデルには動物プランクトンが組み込まれているが、野尻湖における動物プランクトンデータの少なさを踏まえ、ここでは設定していない。

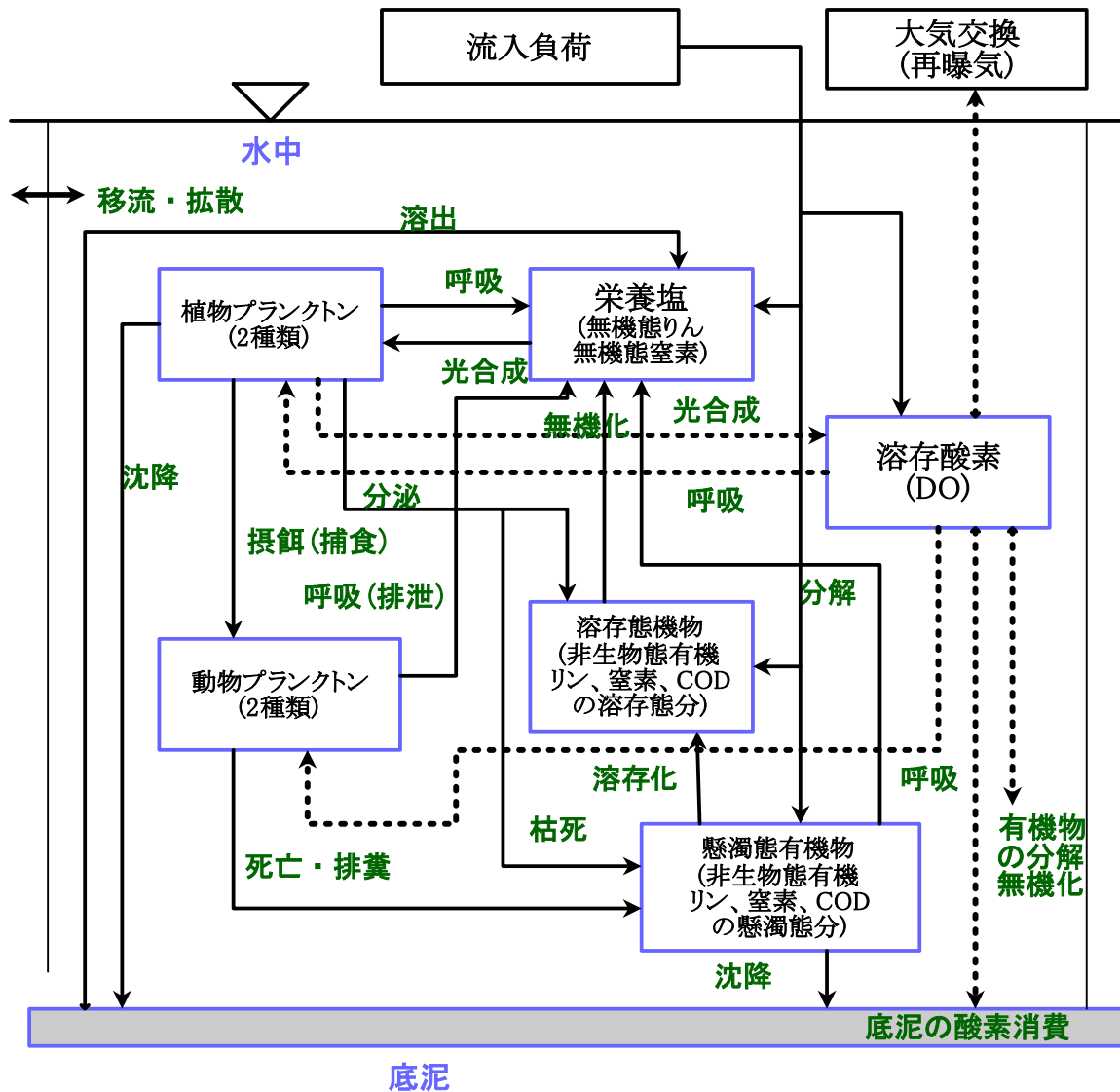


図3 生態系モデルの概念図

2.6 計算条件

以下のデータを整理し、入力条件とした。

- (1) 気象データ (気温、日射量、風速、湿度、雲量)
- (2) 流入・流出水量、湖水位、流入水温データ
- (3) 湖盆形状データ (ボックス別・層別の面積、体積)
- (4) 流入負荷量データ
(CODは懸濁態と溶存態に、窒素・りんは無機態、溶存有機態、懸濁有機態に分画)
- (5) 物質循環パラメータ

3 水質予測モデルの計算結果

3.1 水温

水温の計算結果を図4に示す。各地点ともに、夏季に高く冬季に低い上層水温の季節変化に関して、計算値は観測値を概ね良好に再現した。湖心(下層)の水温については、春季~夏季の計算値が観測値をやや下回る傾向がみられるものの、12月頃に完全混合して鉛直一様となる水温の変化傾向を良好に再現できていた。

したがって、モデルは野尻湖の熱収支及び鉛直混合の実態を概ね反映しており、水質計算のた

めの外部条件を提供する機能として実用可能と考えられる。

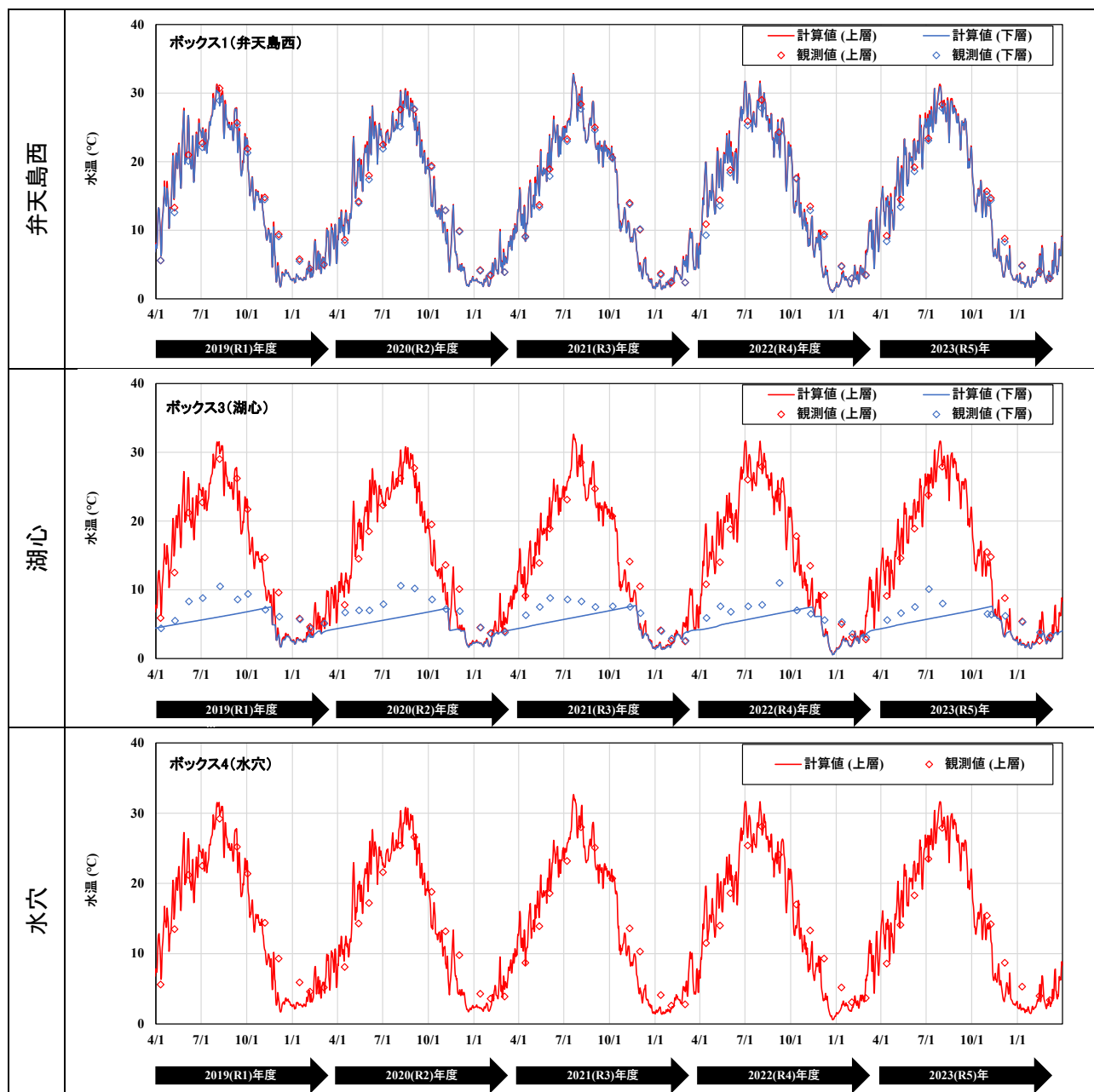


図 4 水温の時系列変化（計算値と観測値の比較）

3.2 水質

水質の計算結果を図5～図7に示す。

【変更箇所】令和5年9月以降の鳥居川取水再開を考慮

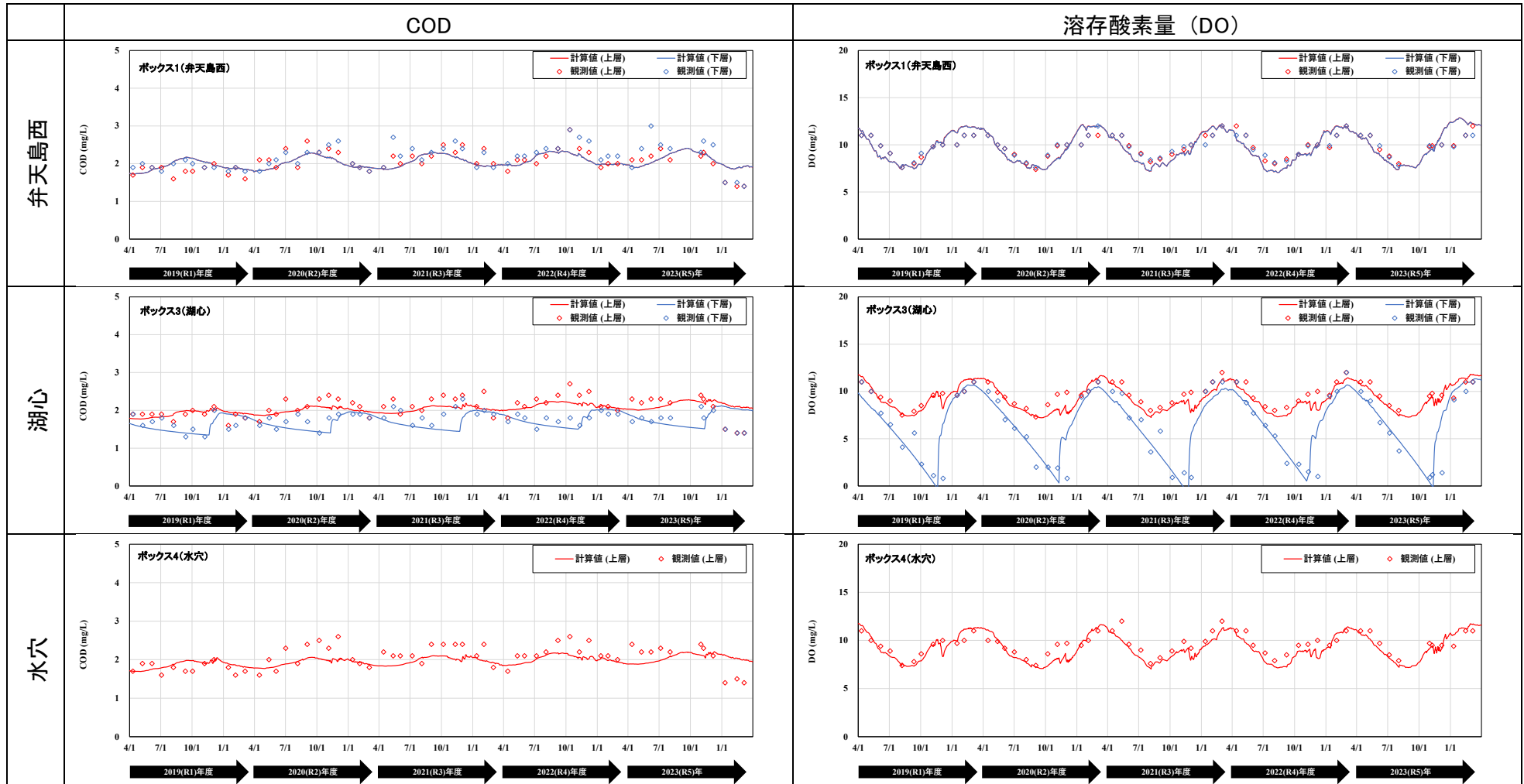


図5 COD、DO の時系列変化（計算値と観測値の比較）

【変更箇所】令和5年9月以降の鳥居川取水再開を考慮

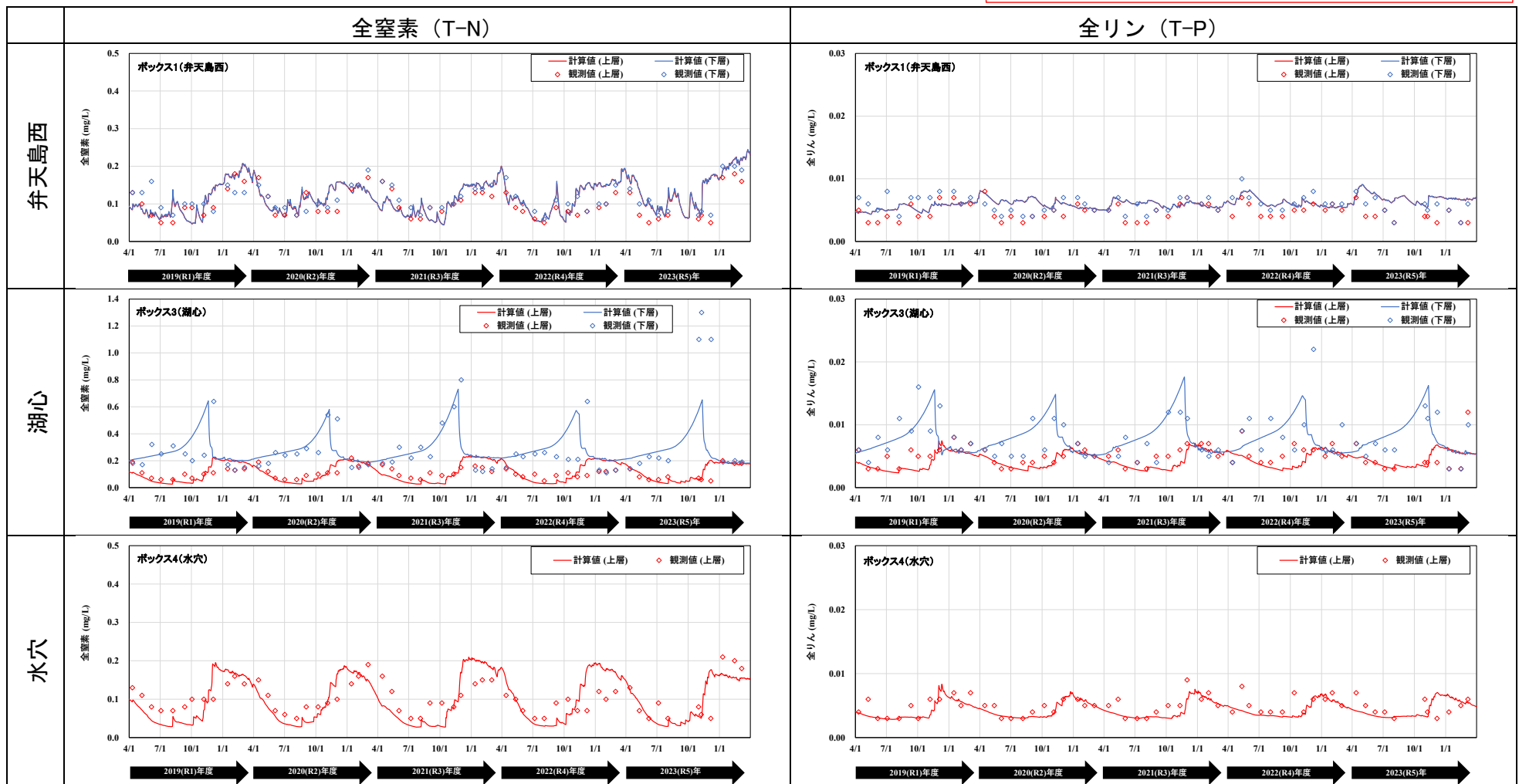


図6 T-N、T-Pの時系列変化（計算値と観測値の比較）

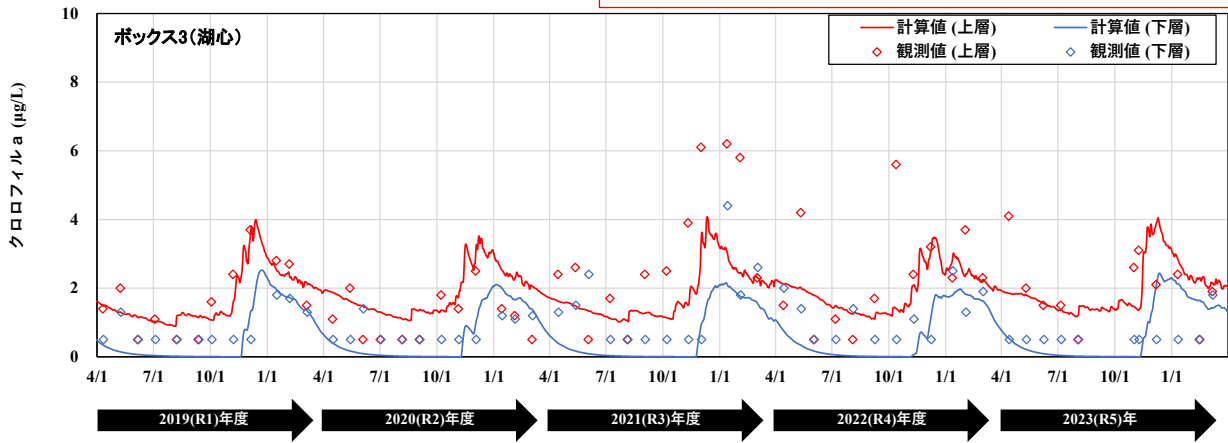


図7 クロロフィル a の時系列変化（計算値と観測値の比較）

水質計算結果の概要は以下のとおり。

1) COD

湖心（下層）の計算値が実測値とやや乖離する時期もみられるものの、全体的に計算値と実測値の差は小さく、現況を概ね再現していると考えられる。

2) 溶存酸素量（D0）

全体的に計算値は実測値と概ね一致している。特に野尻湖湖心で水温成層が形成される4月以降、底層D0が緩やかに低下し、12月～1月の完全混合により回復する現況をモデルで再現していると考えられる。

3) 全窒素（T-N）

湖心（下層）では秋季～冬季に大幅な濃度上昇が観測されているが、計算値においては令和5年度の高い値は再現できていないものの、同様な季節変化傾向が再現できている。水穴では一部の期間において計算値と実測値の乖離がみられるが、他の地点・期間では計算値と実測値の差は小さく、現況を概ね再現していると考えられる。

4) 全リン（T-P）

湖心（下層）では秋季～冬季に濃度上昇が観測されているが、計算値においても同様な傾向が再現できている。弁天島西では計算値が実測値をやや上回る傾向がみられるが、他の地点では計算値と実測値の差は小さく、現況を概ね再現していると考えられる。

5) クロロフィル a

湖心（上層）で10月～12月にかけて濃度が極大となる実測値の傾向がモデルで再現できている。上層で観測された令和3年12月～令和4年2月の（野尻湖としては）高い値はモデルで再現できていないが、上層・下層ともにクロロフィル a が上昇するタイミングは一致しており、再現性は概ね良好であった。

4 水質保全対策の実施効果の検討

4.1 計算条件

構築したモデルを用いて、発生源対策を実施したときの水質改善効果を予測した。発生源対策として、直接流域の下水道接続率の改善を想定し、接続率を 80.1% (令和 5 年度) → 83% (令和 10 年度)と設定した。ただし、直接流域の全人口・土地利用面積は、令和 5 年度の値を使用した。

対策実施時の野尻湖への流入負荷量は、現況の流入負荷量に「フレームから算出した排出負荷量の対策あり／なしの比」を乗じることで予測した。

湖沼の水質は気象条件によって変動する。モデルで設定する気象・水文条件は、第 6 期計画期間の 5 か年 (令和元年度～令和 5 年度) の条件を設定し、気象条件の違いによる水質の変動を考慮した。

4.2 計算結果

直接流域の下水道接続率の改善により、COD の 75% 値及び年平均値、T-N 及び T-P の年平均値について、通常用いられる桁数 (分析上の有効数字) の範囲内での変化はみられなかった。

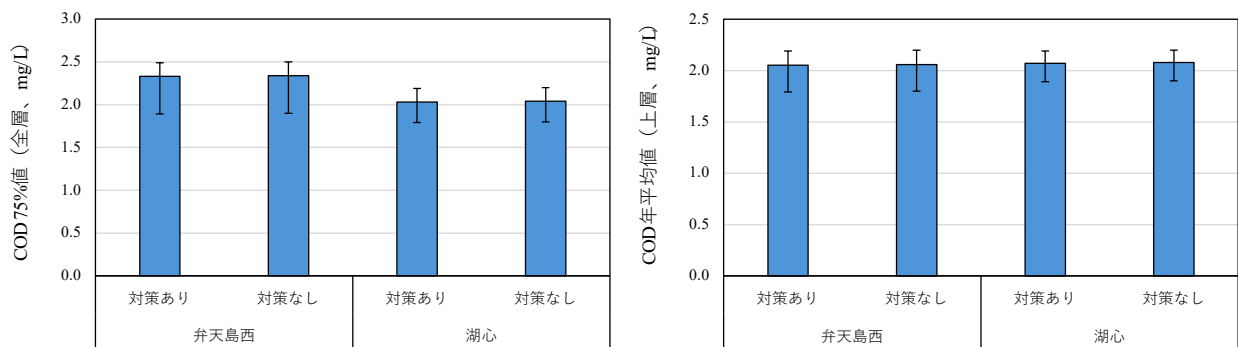


図 8 対策実施後の COD 75% 値及び年平均値の予測値
(棒グラフ：5 か年の気象条件の平均値、エラーバー：最大～最小幅)

表 2 COD の 75% 値及び年平均値 (対策あり・なしの比較)

気象条件 等の年度	COD75% 値 (全層, mg/L)				COD 年平均値 (上層, mg/L)			
	弁天島西		湖心		弁天島西		湖心	
	対策あり	対策なし	対策あり	対策なし	対策あり	対策なし	対策あり	対策なし
2019(R1)	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9
2020(R2)	2.4	2.4	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.1
2021(R3)	2.5	2.5	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
2022(R4)	2.4	2.4	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2
2023(R5)	2.5	2.5	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0

※予測計算に使用する気象・水文条件は、2019 (令和元) 年度～2023 (令和 5) 年度に設定。

※予測計算にあたっては、現況の計算結果 (75% 値及び年平均値) が観測値と一致するように年度毎に補正係数を求め、将来の水質予測値を補正した (以下同様)。

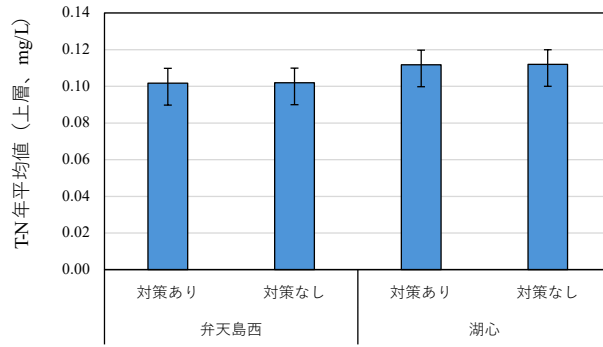


図9 対策実施後のT-N年平均値の予測値
(棒グラフ：5か年の気象条件の平均値、エラーバー：最大～最小幅)

表3 T-Nの年平均値(対策あり・なしの比較)

気象条件 等の年度	T-N年平均値(上層、mg/L)			
	弁天島西		湖心	
	対策あり	対策なし	対策あり	対策なし
2019(R1)	0.10	0.10	0.11	0.11
2020(R2)	0.11	0.11	0.12	0.12
2021(R3)	0.11	0.11	0.12	0.12
2022(R4)	0.09	0.09	0.10	0.10
2023(R5)	0.10	0.10	0.11	0.11

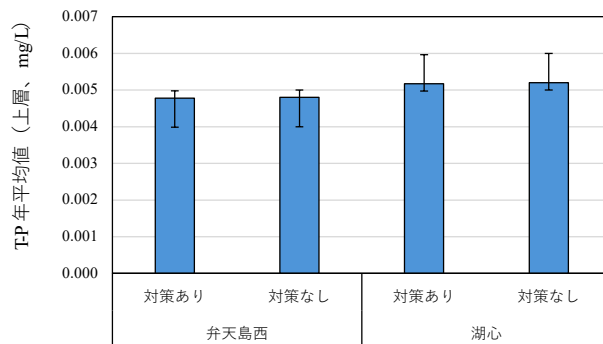


図10 対策実施後のT-P年平均値の予測値
(棒グラフ：5か年の気象条件の平均値、エラーバー：最大～最小幅)

表4 T-Pの年平均値(対策あり・なしの比較)

気象条件 等の年度	T-P年平均値(上層、mg/L)			
	弁天島西		湖心	
	対策あり	対策なし	対策あり	対策なし
2019(R1)	0.005	0.005	0.005	0.005
2020(R2)	0.005	0.005	0.005	0.005
2021(R3)	0.005	0.005	0.005	0.005
2022(R4)	0.005	0.005	0.006	0.006
2023(R5)	0.004	0.004	0.005	0.005

5 参考資料（水質予測計算に係る基礎資料）

水質予測計算の基本式、入力データ、パラメータ等の詳細は以下のとおり。

5.1 基本式

生態系モデルは多ボックス・多層モデルであり、水温予測と流量収支を同時に計算する。水位低下に伴う鉛直方向の分割数は考慮しないが、水面の位置の変化を考慮している。

表5(1) 野尻湖水質予測モデルの基本式

熱収支		
水面の熱収支	$Q_{surf} = Q_S - (Q_b + Q_c + Q_e)$	Q_{surf} : 表面の熱収支、 Q_S : 吸収日射量 Q_b : 有効長波放射量、 Q_c : 顕熱輸送量 Q_e : 潜熱輸送量
吸収日射量	$Q_S = (1 - \alpha)Q_{S0}$	α : 湖面のアルベド(反射率=0.15) Q_{S0} : 全天日射量(cal/cm ² /s)
有効長波放射量	$Q_b = S_\sigma \theta_w^4 \{1 - a - b\sqrt{e(T_a)}\} (1 - cn^2) + 4S_\sigma \theta_w^3 (T_w - T_a)$ $e(T_a) = f \cdot e_s(T_a)$ $e_s(T_a) = 6.11 \times 10^{7.5T_a / (237.3 + T_a)}$	$e_s(T_a)$: 気温 T_a (°C)における水面上の飽和水蒸気圧(hPa) θ_w : 湖水の絶対温度(K)、 S_σ : 1.31×10^{-12} n : 雲量(0~1)、 a 、 b 、 c : パラメータ f : 相対湿度、 T_w : 水温(°C) T_a : 接水大気気温(°C)
顕熱輸送量	$Q_c = \alpha C_T (T_w - T_a) W$	C_T : 顕熱フラックス係数(1×10^{-3}) α : 2.88×10^{-4} 、 T_a : 接水大気気温(°C) T_w : 水温(°C)、 W : 海面上の風速(m/s)
潜熱輸送量	$Q_e = \beta C_E (0.98 e_s(T_w) - e(T_a)) W$	C_E : 潜熱フラックス係数(2×10^{-3}) T_w : 水温(°C)、 T_a : 接水大気気温(°C) $e_s(T_w)$: 水温 T_w (°C)における水面上の飽和水蒸気圧、 β : 4.37×10^{-4} $e(T_a)$: 気温 T_a (°C)における大気水蒸気圧
鉛直拡散係数		
鉛直拡散係数	$D_f = aN^b$	D_f : 鉛直拡散係数(cm ² /s) N : ブラント-ヴァイサラ振動数(1/s) a 、 b : パラメータ
ブラント-ヴァイサラ振動数	$N = \sqrt{-\frac{g \rho}{\rho} \frac{d\rho}{dz}}$	ρ : 密度(g/cm ³)、 z : 深度(cm) g : 重力加速度(cm/s ²)
水位変動及び鉛直流量		
水位変動	$\frac{\partial}{\partial t} Vol = \sum J_{IN}^L - \sum J_{OUT}^L$ $Vol = F(H)$	Vol : 各層の容量(m ³)、 t : 時間(day) J_{IN}^L 、 J_{OUT}^L : 層別の流入量、流出量(m ³ /day) H : 水位(m)、 $F(H)$: 水位と容量の関係式
鉛直流量	$J_{UP}^L = J_{IN}^L - J_{OUT}^L - J_{UP}^{L-1} + \Delta V$	J_{UP}^L : 層 L の下面の鉛直流量(m ³ /day) ※上昇流を正とし、最下層は0とする。 ΔV : 湖の容量の変化(m ³ /day) ※表層のみ

表5(2) 野尻湖水質予測モデルの基本式

水質項目の物質収支【生物、化学反応項を除く】		
全項目	$\frac{\partial}{\partial t} Vol^L C^L = Load^L - J_{OUT}^L C^L + W_{adv}$ $+ W_{diff}$ $W_{adv} = (J_{UP}^L C^* - J_{UP}^{L-1} C^{\#})$ $W_{diff} = D_f \left(\frac{C^{L-1} - C^L}{0.5(H^{L-1} + H^L)} Sur^L \right.$ $\left. + \frac{C^{L+1} - C^L}{0.5(H^{L+1} + H^L)} Sur^{L+1} \right)$	<p>Vol^L : 層 L の容量(m^3)</p> <p>C^L : 層 L の水質濃度($mg/L = g/m^3$)</p> <p>$Load^L$: 層 L に流入する負荷量(g/day)</p> <p>W_{adv} : 鉛直流による物質収支(g/day)</p> <p>C^* : 下面ボックスの濃度($J_{UP}^L > 0$)または対象ボックスの濃度($J_{UP}^L \leq 0$)</p> <p>$C^{\#}$: 上面ボックスの濃度($J_{UP}^{L-1} < 0$)または対象ボックスの濃度($J_{UP}^{L-1} \leq 0$)</p> <p>W_{diff} : 鉛直拡散による物質収支(g/day)</p> <p>Sur^L : 層 L の面積(m^2)</p>
水質項目の物質収支【生物、化学反応項】		
植物プランクトン ($Chl-a$)	$\frac{\partial}{\partial t} Chla \cdot Vol = \text{光合成} - \text{細胞外分泌}$ $- \text{呼吸} - \text{枯死} - \text{沈降}$	$Chla$: クロロフィル a 濃度(mg/L)
懸濁態有機物 (POP 、 PON 、 POC)	$\frac{\partial}{\partial t} POP \cdot Vol = \text{枯死} / \gamma_{CChla} / \gamma_{CN} / \gamma_{NP}$ $- \text{分解} - \text{溶存化} - \text{沈降}$ $\frac{\partial}{\partial t} PON \cdot Vol = \text{枯死} / \gamma_{CChla} / \gamma_{CN} - \text{分解}$ $- \text{溶存化} - \text{沈降}$ $\frac{\partial}{\partial t} POC \cdot Vol = \text{枯死} / \gamma_{CChla} - \text{分解}$ $- \text{溶存化} - \text{沈降}$	<p>POP : 懸濁態有機リン濃度(mg/L)</p> <p>PON : 懸濁態有機窒素濃度(mg/L)</p> <p>POC : 懸濁態有機炭素濃度(mg/L)</p> <p>γ_{CChla} : 植物プランクトンの炭素/クロロフィル-a 比</p> <p>γ_{CN} : 植物プランクトンの C/N 比</p> <p>γ_{NP} : 植物プランクトンの N/P 比</p>
溶存態有機物 (DOP 、 DON 、 DOC)	$\frac{\partial}{\partial t} DOP \cdot Vol = \text{細胞外分泌} / \gamma_{CChla} / \gamma_{CN}$ $/ \gamma_{NP} + \text{溶存化} - \text{無機化}$ $\frac{\partial}{\partial t} DON \cdot Vol = \text{細胞外分泌} / \gamma_{CChla} / \gamma_{CN}$ $+ \text{溶存化} - \text{無機化}$ $\frac{\partial}{\partial t} DOC \cdot Vol = \text{細胞外分泌} / \gamma_{CChla}$ $/ + \text{溶存化} - \text{無機化}$	<p>DOP : 溶存態有機リン濃度(mg/L)</p> <p>DON : 溶存態有機窒素濃度(mg/L)</p> <p>DOC : 溶存態有機炭素濃度(mg/L)</p>
栄養塩 (IP 、 IN)	$\frac{\partial}{\partial t} IP \cdot Vol = (-\text{光合成}$ $+ \text{呼吸}) / \gamma_{CChla} / \gamma_{CN} / \gamma_{NP}$ $+ \text{分解} + \text{無機化} + \text{溶出}$ $\frac{\partial}{\partial t} IN \cdot Vol = (-\text{光合成} + \text{呼吸}) / \gamma_{CChla} / \gamma_{CN}$ $+ \text{分解} + \text{無機化} + \text{溶出}$	<p>IP : 無機リン濃度(mg/L)</p> <p>IN : 無機窒素濃度(mg/L)</p>

表 5 (3) 野尻湖水質予測モデルの基本式

溶存酸素 (DO)	$\frac{\partial}{\partial t} DO \cdot Vol$ $= \text{光合成} \cdot \alpha$ $- (\text{懸濁態有機態炭素の分解}$ $+ \text{溶存態有機態酸度の無機化}) \beta$ $- \text{大気交換}$ $- \text{底泥中の酸素消費}$	<p>DO : 溶存酸素濃度(mg/L)</p> <p>α : 植物プランクトンの光合成量と酸素生成量の比率</p> <p>β : 炭素の分解量と酸素消費量の比率</p>
各反応項の詳細		
光合成	$\text{光合成量} = v_{max} \frac{IP}{IP + K_P} \frac{TIN}{TIN + K_N} \frac{T}{T_{opt}} \exp\left(1 - \frac{T}{T_{opt}}\right)^2 \left(\frac{I}{I_{opt}}\right) \exp\left(1 - \frac{I}{I_{opt}}\right) ChlVol$	<p>v_{max} : 最大比増殖速度(/day)</p> <p>K_P : リンの半飽和定数(mg/L)</p> <p>K_N : 窒素の半飽和定数(mg/L)</p> <p>T : 水温(°C)、T_{opt} : 最適水温(°C)</p> <p>I : 中射量(MJ/m²/day)</p> <p>I_{opt} : 最適日射量(MJ/m²/day)</p>
植物プランクトンの細胞外分泌	細胞外分泌量 = $\delta \cdot \text{光合成量}$	δ : 排泄量の光合成量に対する比率
植物プランクトンの呼吸	呼吸量 = $R_0 \exp(R_t T) ChlaVol$	<p>R_0 : 0°Cの時の呼吸速度(/day)</p> <p>R_t : 呼吸速度の水温依存係数(/°C)</p>
植物プランクトンの枯死	枯死(死亡)量 = $M_0 \exp(M_t T) ChlaVol$	<p>M_0 : 0°Cの時の枯死速度(/day)</p> <p>M_t : 枯死速度の水温依存係数(/°C)</p>
懸濁態有機物の分解	分解量 = $\lambda_{01} \exp(\lambda_{T1} T) POMVol$	<p>λ_{01} : 0°Cの時の分解速度(/day)</p> <p>λ_{T1} : 分解速度の水温依存係数(/°C)</p> <p>POM : 懸濁態有機物濃度(mg/L)</p>
懸濁態有機物の溶存化	溶存化量 = $\lambda_{02} \exp(\lambda_{T2} T) POMVol$	<p>λ_{02} : 0°Cの時の溶存化速度(/day)</p> <p>λ_{T2} : 溶存化速度の水温依存係数(/°C)</p>
溶存態有機物の無機化	無機化量 = $\lambda_{03} \exp(\lambda_{T3} T) DOMVol$ ※DOM は DOC、DON、DOP	<p>λ_{03} : 0°Cの時の無機化速度(/day)</p> <p>λ_{T3} : 無機化速度の水温依存係数(/°C)</p> <p>DOM : 溶存態有機物濃度(mg/L)</p>
懸濁態有機物の沈降	沈降量 = $S_v (Sur^{L-1} POM^{L-1} - Sur^L POM^L)$	<p>S_v : 懸濁態有機物の沈降速度(m/day)</p> <p>※最上層では第 2 項のみ</p>
底泥からの溶出	<p>溶出量</p> $= (Sur^L - Sur^{L+1}) Rel_0 \exp(Rel_t T)$ <p>※最下層では第 1 項のみ</p> <p>$DO \leq DO_{Rel}$ のとき</p> $Rel_0 = Rel_{max} \frac{DO_{Rel} - DO}{DO} + Rel_c$ <p>$DO > DO_{Rel}$ のとき $Rel_0 = Rel_c$</p>	<p>Rel_0 : 水温 0°Cの溶出速度(mg/m²/day)</p> <p>Rel_t : 溶出速度の水温依存係数(/°C)</p> <p>Rel_{max} : DO 低下により増加する溶出速度の最大値(mg/m²/day)</p> <p>DO_{Rel} : 溶出に係る DO の閾値(mg/L)</p> <p>Rel_c : 水温 0°Cにおけるベースの溶出速度(mg/m²/day)</p>

表5(4) 野尻湖水質予測モデルの基本式

底泥中の酸素消費	酸素消費量 $= (Sur^L - Sur^{L+1})Cdo0 \exp(CdotT)$	$Cdo0$: 水温 0°Cの酸素消費速度(mg/m ² /day) $Cdot$: 酸素消費速度の水温依存係数(°C) ※最下層では第1項のみ
酸素の大気交換	酸素の大気交換量 $= Sur^L exdo(DOS - DO^L)$	DOS : 飽和酸素濃度(mg/L) $exdo$: 再曝気係数(/day)

5.2 入力条件

表6 入力データ設定方法

区分	項目	設定方法
気象条件	気温、風速、日射量、雲量※、湿度	信濃町アメダス、長野地方気象台
水収支	流入・流出水量	東北電力提供データから設定(日単位)。流入層は、流入水温とモデルで算出した湖内水温とを比較して、等水温層に流入するように設定。流出層はボックス1の最上層。
	河川水温	信濃町アメダス(気温)、環境保全研究所流入河川調査(毎月～年1回、水温)
湖盆形状	面積、体積	ボックス別、層別に設定
流入負荷量	COD、全窒素、全りん(モデル計算)	環境保全研究所流入河川調査(毎月～年1回、水質データ)、東北電力提供データ(流量)
	COD、全窒素、全りん(原単位法)	原単位(表6)、流域フレームデータ及び間接流域からの流達率(表4)から算出
物質循環パラメータ		現況再現性等を考慮して設定(表5)

※長野地方気象台の観測終了のため、2019年2月以降の雲量については回帰式を用いて日照時間から推定した。

表7 流達率

流域名	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
野尻湖	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
古海川	0.57	0	0	0	0	0.3	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
関川	0.09	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
伝九郎 1,2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
伝九郎 3	0.5	0.5	0	0	0	0.33	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
鳥居川	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
						(0.02)	(0.03)	(0.04)	(0.06)	(0.04)	(0.03)	(0.05)

※第6期計画と同じ値を採用。鳥居川を除いて、これまでの野尻湖水質保全計画では同じ流達率の値を継続して使用している。鳥居川の流達率は第6期計画策定時に0に変更されたが、令和5年9月11日以降は括弧内の値を使用した(取水再開のため)。

※流達率を算出する方法は、直接流域: 1、間接流域: 取水流量/導水元河川の流量。

表 8 物質循環パラメータ

分類	項目	単位	値	備考
植物プランク トンの増殖	最大比増殖速度	/day	2.5	文献値から設定 ^{1,2,3}
	半飽和定数 (窒素)	mg/L	0.02	第 6 期水質保全計画
	半飽和定数 (リン)	mg/L	0.002	
	最適水温	°C	15	第 6 期水質保全計画 (優占種は珪藻を想定)
	最適日射量	MJ/m ² /day	8	
クロロフィルから 透明度への換算	バックグラウンド	m	5	第 6 期水質保全計画
	クロロフィル依存項	m/mg/L	0	
植物プランク トンの成分比	窒素/リン比 (重量比)	—	7	文献値から設定 ^{1,2}
	炭素/リン比 (重量比)	—	85	第 6 期水質保全計画
	リン/クロロフィル a 比 (重量比)	—	1	
植物プランク トンの分泌	ベース値		13.5	第 6 期水質保全計画
	クロロフィル依存項		-2.01	
植物プランク トンの呼吸	0°Cの呼吸速度	/day	0.01	文献値から設定 ¹
	水温依存係数	/°C	0.0524	
植物プランク トンの枯死	0°Cの枯死速度	/day	0.01	文献値から設定 ¹
	水温依存係数	/°C	0.0693	
換算係数	COD/TOC比 (重量比)	—	1	第 6 期水質保全計画
	DO/COD比 (重量比)	—	0.5	現況再現性から設定
懸濁態有機物 の分解	0°Cの分解速度 (炭素、窒素、リン)	/day	0.01	文献値から設定 ¹
	水温依存係数	/°C	0.0693	
懸濁態有機物 の溶存化	0°Cの溶存化速度 (炭素、窒素、リン)	/day	0.01	文献値から設定 ^{1,3}
	水温依存係数	/°C	0.0693	
溶存態有機物 の無機化	0°Cの無機化速度 (炭素)	/day	0.001	文献値から設定 ¹
	0°Cの無機化速度 (窒素、リン)	/day	0.01	
	水温依存係数	/°C	0.0693	
沈降速度	懸濁態有機炭素・窒素・リン	m/day	0.1	現況再現性から設定
	クロロフィル a	m/day	0.02	
無機態窒素の 溶出	0°Cの溶出速度 (ベース値)	mg/m ² /day	Box1 : 0.3 Box2-4 : 3	現況再現性から設定
	0°Cの溶出速度 (無酸素での増加)	mg/m ² /day	3	
無機態リンの 溶出	0°Cの溶出速度 (ベース値)	mg/m ² /day	Box2, 3 : 0.1 Box4 : 0.2	
	0°Cの溶出速度 (無酸素での増加)	mg/m ² /day	0.05	
溶出に係る パラメータ	水温依存係数	/°C	0.0693	観測値を基に設定
	DOの閾値	mg/L	4	
底泥酸素消費	0°Cの酸素消費速度	mg/m ² /day	Box1 : 100 Box2-4 : 240	文献値から設定 ¹
	水温依存係数	/°C	0.0693	
	再曝気係数	/day	0.6	現況再現性から設定

1. 環境省 水・大気環境局 水環境課 (2020) 湖沼の底層溶存酸素量及び沿岸透明度に関する水質保全対策の手引き (資料集 第 2 章).
2. 山本・五十嵐 (2005) 水質予測シミュレーションにおけるパラメータ設定に関する検討. ダム水源地環境技術研究所所報、2005 年度.
3. 田中ほか (2011) 微生物ループを考慮した浮遊生態系モデルの構築. 港湾空港技術研究所報告、50(2).

表9 原単位算出方法

項 目		単 位	COD	全窒素	全りん	原単位算出方法	備 考		
生	(合併処理)	下 水 道 (系外放流)	常住者	g/人・日	0	0	0	系外放流のため野尻湖に対する負荷はない。	前計画と同様
			観光(宿泊)	0	0	0			
			観光(日帰)	0	0	0			
		農業集落排水 (系外放流)	0	0	0				
				0	0	0	系外放流のため野尻湖に対する負荷はない。		
		合併処理浄化槽(河川放流)	常住者	3.6	7.0	0.69	長野県衛生公害研究所調査(S60~61) 排出原単位=発生原単位×(1-除去率/100)		
			観光(宿泊)	3.1	6.7	0.59			
			観光(日帰)	0.9	2.8	0.19			
		" (地下浸透)	常住者	0.8	3.8	0.07	県企業局「保健休養地宿泊施設排水調査」(60~61) 地下浸透除去率 COD:78.0%,T-N:45.2%,T-P:90.5% 排出原単位=河川放流原単位×(1-除去率/100)		
			観光(宿泊)	0.7	3.6	0.06			
			観光(日帰)	0.2	1.5	0.02			
	活	(し 尿)	し尿処理施設	常住者	0	0	0	放流水は下水道(系外放流)に接続のため野尻湖に対する負荷はない。	
観光(宿泊)				0	0	0			
観光(日帰)				0	0	0			
		し尿単独浄化槽(河川放流)	常住者	3.1	5.2	0.71	長野県衛生公害研究所調査(S59) 排出原単位=処理水濃度×水量原単位		
			観光(宿泊)	2.6	4.9	0.61			
			観光(日帰)	0.7	2.1	0.19			
	" (地下浸透)	常住者	0.7	2.8	0.07	県企業局「保健休養地宿泊施設排水調査」(60~61) の地下浸透除去率により算出 排出原単位=河川放流原単位×(1-除去率/100)			
		観光(宿泊)	0.6	2.7	0.06				
		観光(日帰)	0.2	1.1	0.02				
系	(雑排水)	沈 殿 槽 (河川放流)	常住者	13.5	2.5	0.33	環境庁「実態調査による沈殿槽の性能」 除去率 COD:29.6%,T-N:18.0%,T-P:16.8% 排出原単位=発生原単位×(1-除去率/100)		
				観光(宿泊)	11.5	2.4		0.28	
				観光(日帰)	3.2	1.0		0.09	
			" (地下浸透)	常住者	3.0	1.3		0.03	県企業局「保健休養地宿泊施設排水調査」(60~61) の地下浸透除去率により算出 排出原単位=河川放流原単位×(1-除去率/100)
			観光(宿泊)	2.6	1.2	0.03			
			観光(日帰)	0.7	0.5	0.01			
		無 処 理	常住者	19.2	3.0	0.40	環境庁統一原単位		
			観光(宿泊)	16.3	2.9	0.34			
		観光(日帰)	4.6	1.2	0.11				
	" (地下浸透)	常住者	4.2	1.6	0.04	県企業局「保健休養地宿泊施設排水調査」(60~61) の地下浸透除去率により算出 排出原単位=河川放流原単位×(1-除去率/100)			
		観光(宿泊)	3.6	1.5	0.03				
		観光(日帰)	1.0	0.6	0.01				

項 目		単 位	COD	全窒素	全りん	原単位算出方法	備 考	
そ の 他	畑	g /ha・ 日	13.0	144.0	0.90	(社)日本下水道協会「富栄養化防止下水道整備基本調査の手引き」	前計画 と同様	
	水 田		(慣 行)	117.3	50.5	1.12		環境省委託業務 非特定汚染源対策計画検討調査結果(H15)
			(施肥田植)	117.3	25.5	0.95		同上
	山林・原野		流域 1	流域 1	流域 1	長野県土木部「天竜川流域別下水道整備総合調査」 環境省委託業務 非特定汚染源対策計画検討調査結果(H15)		
			31.0	9.0	0.79			
	市 街 地		流域 2	流域 2	流域 2	千葉県「非特定汚染源による汚濁防止対策調査」		
78.73			4.93	0.83				
降 雨		120.0	35.0	1.78	長野県衛生公害研究所調査結果 (調査地点 信濃町野尻湖博物館)			

注) 流域 1 : 野尻湖直接流域 (Ⅰ)、古海川 (Ⅱ)、伝九郎用水 (Ⅳ-3)

流域 2 : 関川 (Ⅲ)、伝九郎用水 (Ⅳ-1, 2)、鳥居川 (Ⅴ)