

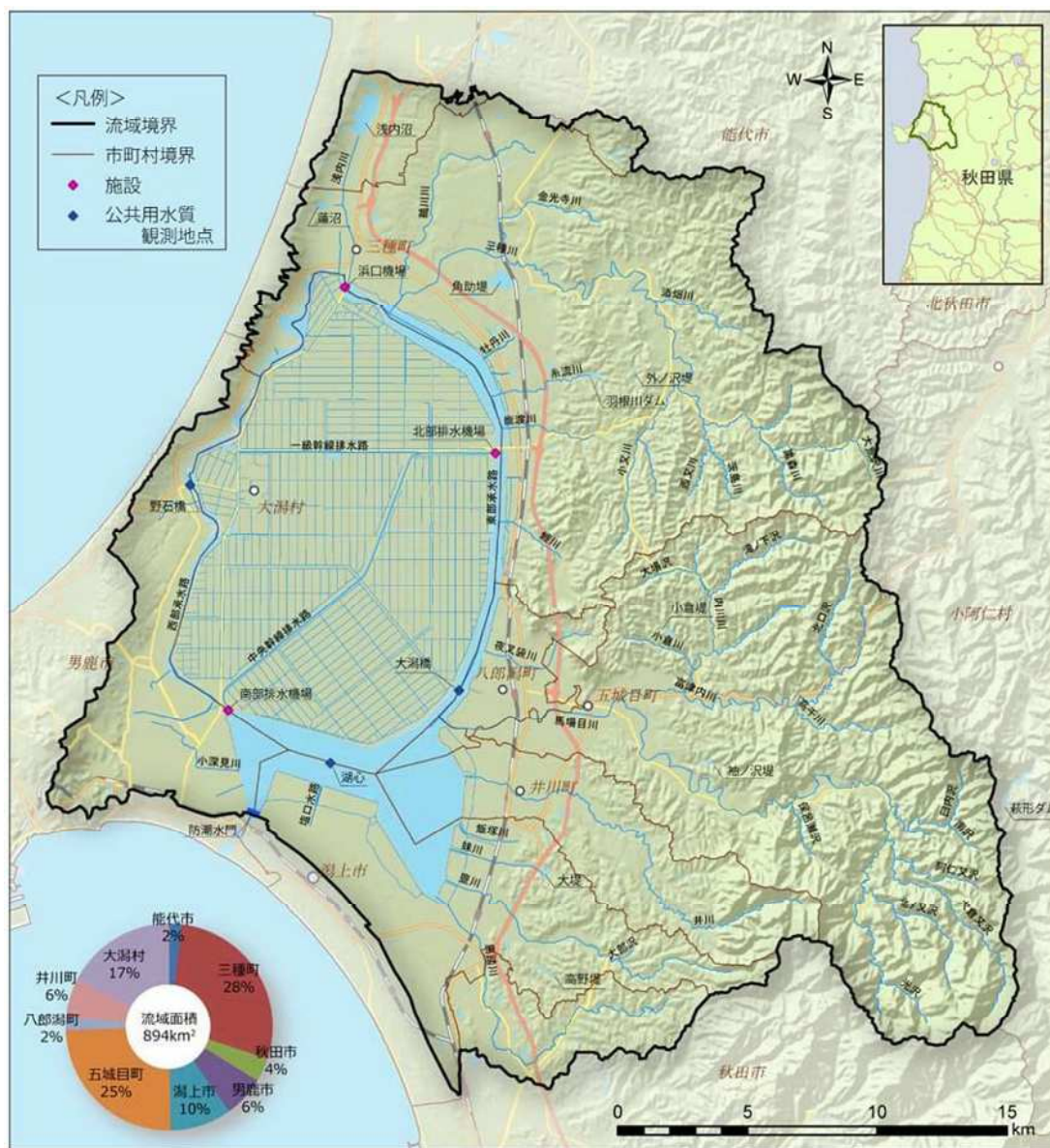
第 3 回専門委員会資料
現況水収支、負荷収支解析結果
現況湖内水質解析結果

平成 31 年 1 月 24 日
秋田県八郎湖環境対策室

— 目 次 —

1. 八郎湖・流域の概要	1
2. 八郎湖の水収支・負荷収支の検討	2
2.1 水収支・負荷収支の整理方法	2
2.2 湖内水収支・負荷収支データの整理	4
2.3 水収支・負荷収支の算定変遷整理	11
3. 現況湖内水質予測結果	20
3.1 水質予測モデルの概要	20
3.1.1 水質予測モデルの全体像	20
3.1.2 流域水物質循環モデルの概要	21
3.1.3 湖内水質予測モデルの概要	28
3.2 水質予測モデルの現況再現性	33
3.2.1 流域水物質循環モデルの現況再現性	33
3.3 湖内水質予測モデルでの現況再現	42
3.3.1 現況再現計算期間	42
3.3.2 現況再現結果	42
3.4 湖内物質収支の整理	50

1. 八郎湖・流域の概要



諸元

	単位	調整池	東部承水路	西部承水路
湖面積	km ²	31.5	10.7	5.1
貯水量	百万m ³	103.8	20.0	8.8
平均水深	m	3.3	1.9	1.7
管理水位	T.P.m	かんがい期 : 1.0 非かんがい期 : 0.5		0.35 0.25
流域面積	km ²	894.3		
流域人口	人	67,655 (平成29年度)		
下水道普及率 [※]	%	92.8 (平成29年度)		

※指定地域内の集計値

環境基準

項目	類型	基準値 ^{※1}	湖沼水質保全計画目標値 ^{※2}	平成29年度 年平均値
COD	湖沼・A	3mg/L	7.3mg/L	6.1mg/L ^{※3}
T-N	湖沼・IV	0.6mg/L	0.77mg/L	1.1mg/L
T-P	湖沼・IV	0.05mg/L	0.083mg/L	0.077mg/L

※1：水質汚濁に係る環境基準値

※2：第2期の目標値で、施策を講じた場合の平成30年度値

※3：全層平均75%値

※上記の湖沼水質保全計画目標値及び平成29年度年平均値等は、調整池湖心の値である。

2. 八郎湖の水収支・負荷収支の検討

2.1 水収支・負荷収支の整理方法

水収支、負荷収支の検討にあたって、八郎湖における収支の各項目を、八郎湖に対する流入・流出の現状を踏まえて、下図に示すように設定した。

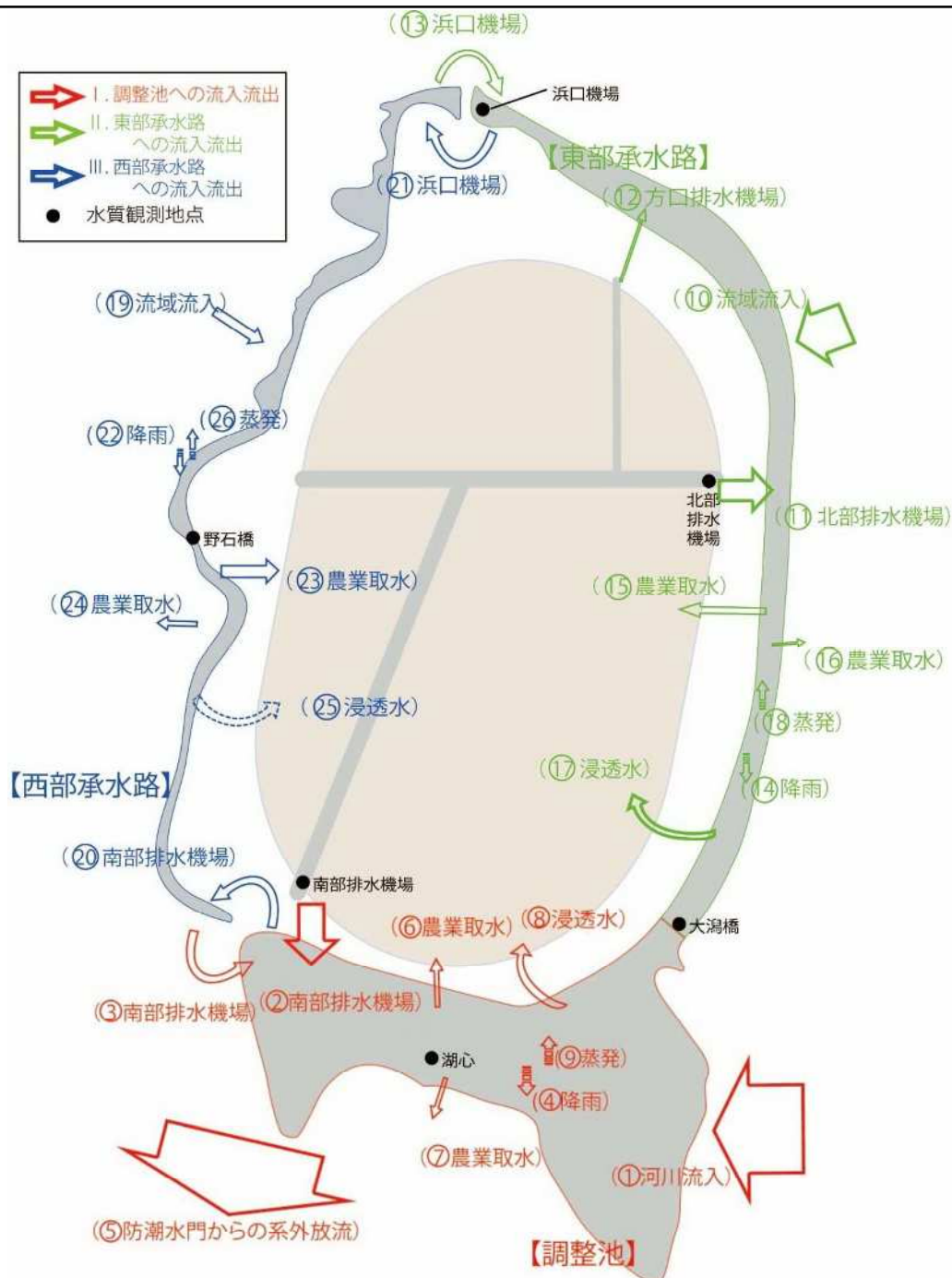


図 2.1 湖内水収支・物質収支の算出項目

下表に示す算出方法により収支を算出した。実測データが得られる項目については、実測データを集計することで算出した。得られない項目については、モデルでの解析結果や、推定式等からの計算により算出した。

主な項目の具体的な算出方法を以降で説明する。

表 2.1 湖内水収支・負荷収支に関わる項目と算出方法

水収支	流入 入	No.	項目	算出方法	実測：○ 解析・推定：●
Ⅰ. 調整池への流入流出	流入	①	河川流入	流域モデルの河川流出量出力値	●
		②	南部排水機場(中央幹排)	南部排水機場での排水量データ	○
		③	南部排水機場(西部承水路)	南部排水機場での排水量データ	○
		④	降雨	アメダスの降水量データ	○
	流出	⑤	防潮水門からの系外放流	防潮水門での実測データ	○
		⑥	農業取水(八郎湖干拓)	取水量実測データ	○
		⑦	農業取水(干拓地以外)	取水量実測データ	○
			南部排水機場(西部調整池)	(②③と同じ)	
		⑧	浸透水	流域モデルの湧水量出力値	●
		⑨	蒸発	ハーモン式より算出	●
Ⅱ. 東部承水路への流入流出	流入	⑩	流域流入	流域モデルの河川流出量出力値	●
		⑪	北部排水機場(一般幹排)	北部排水機場での排水量データ	○
		⑫	方口排水機場(一般幹排)	方口排水機場での排水量データ	○
		⑬	浜口機場(西部承水路)	浜口機場での排水量データ	○
		⑭	降雨	アメダスの降水量データ	○
	流出	⑮	農業取水(八郎湖干拓)	取水量実測データ	○
		⑯	農業取水(干拓地以外)	取水量実測データ	○
			浜口機場(西部承水路)	(⑬と同じ)	
		⑰	浸透水	流域モデルの湧水量出力値	●
		⑱	蒸発	ハーモン式より算出	●
Ⅲ. 西部承水路への流入流出	流入	⑲	流域流入	流域モデルの河川流出量出力値	●
		⑳	南部排水機場(調整池)	南部排水機場での通水量データ	○
		㉑	浜口機場(東部承水路)	浜口機場での通水量データ	○
		㉒	降雨	アメダスの降水量データ	○
	流出	㉓	農業取水(干拓地)	取水量実測データ	○
		㉔	農業取水(干拓地以外)	干拓地取水量データから水田面積比で推定	●
		㉕	浸透水	流域モデルの湧水量出力値	●
		㉖	蒸発	ハーモン式より算出	●

2.2 湖内水収支・負荷収支データの整理

(1) 機場排水量（八郎湖干拓地）

干拓地から八郎湖への流出量として排水機場からの放流があり、南部機場、北部機場、方口機場および浜口機場の4箇所が存在する。

各排水機場からの排水量または通水量データは下図の通り日データとして得られており、このデータを集計することで各機場からの排水量を算出した。また、負荷量は取水元の水質値（湖水質データ、幹線排水路水質データ等）を用いて、月1回のデータを日データに補間することで、「排水量×水質」により算出した。

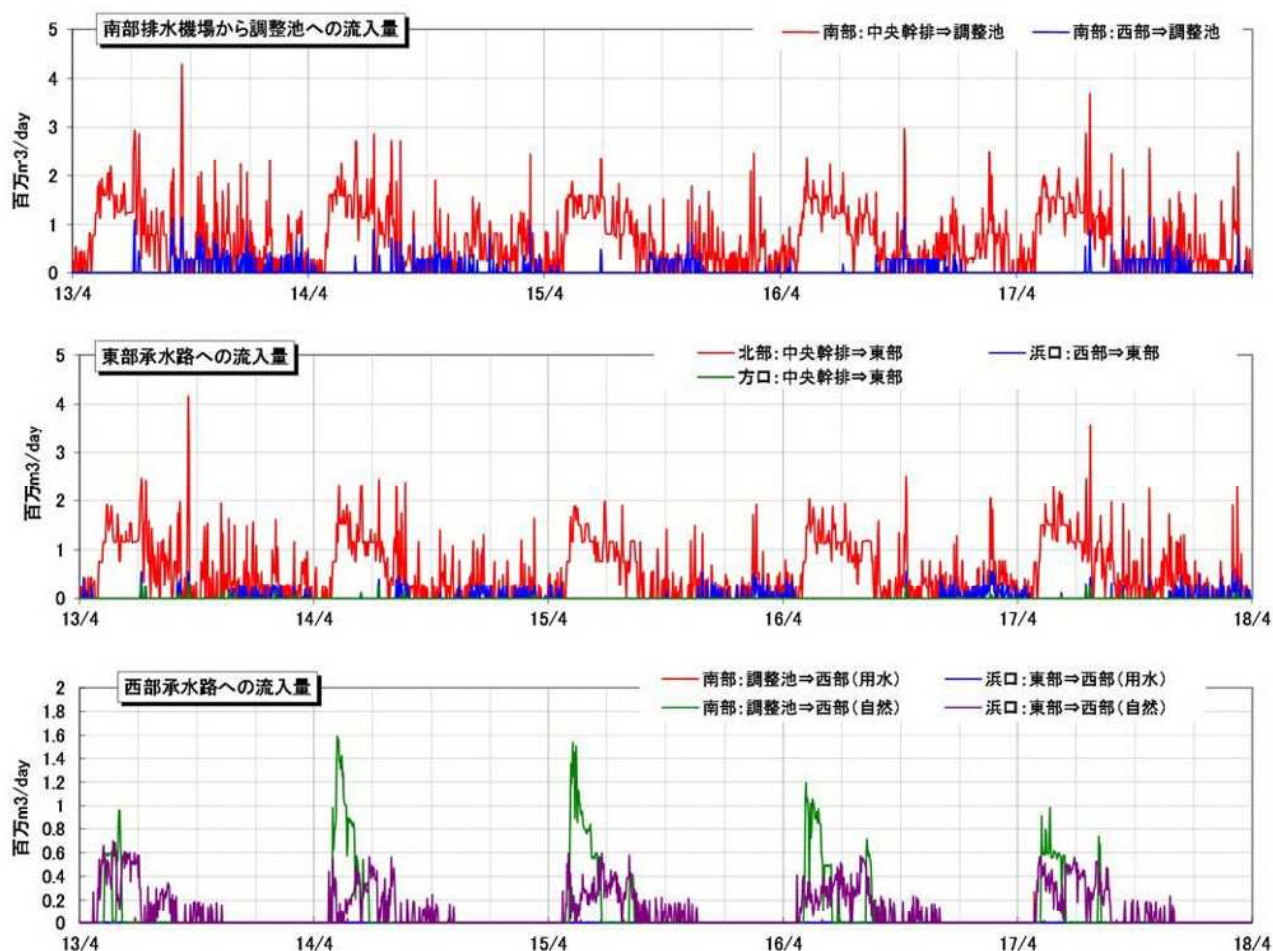
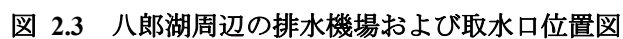


図 2.2 各排水機場における排水量・通水量



(2) 農業用取水量

農業用水取水量は、図 2.3 に示す取水地点ごとの実績取水量データから設定した。下図に水域毎で集計した取水量を示す。また、負荷量は、取水先の湖水質データ（八郎湖内、月 1 回）を補間して、日々の取水量データに乗じることで算出した。

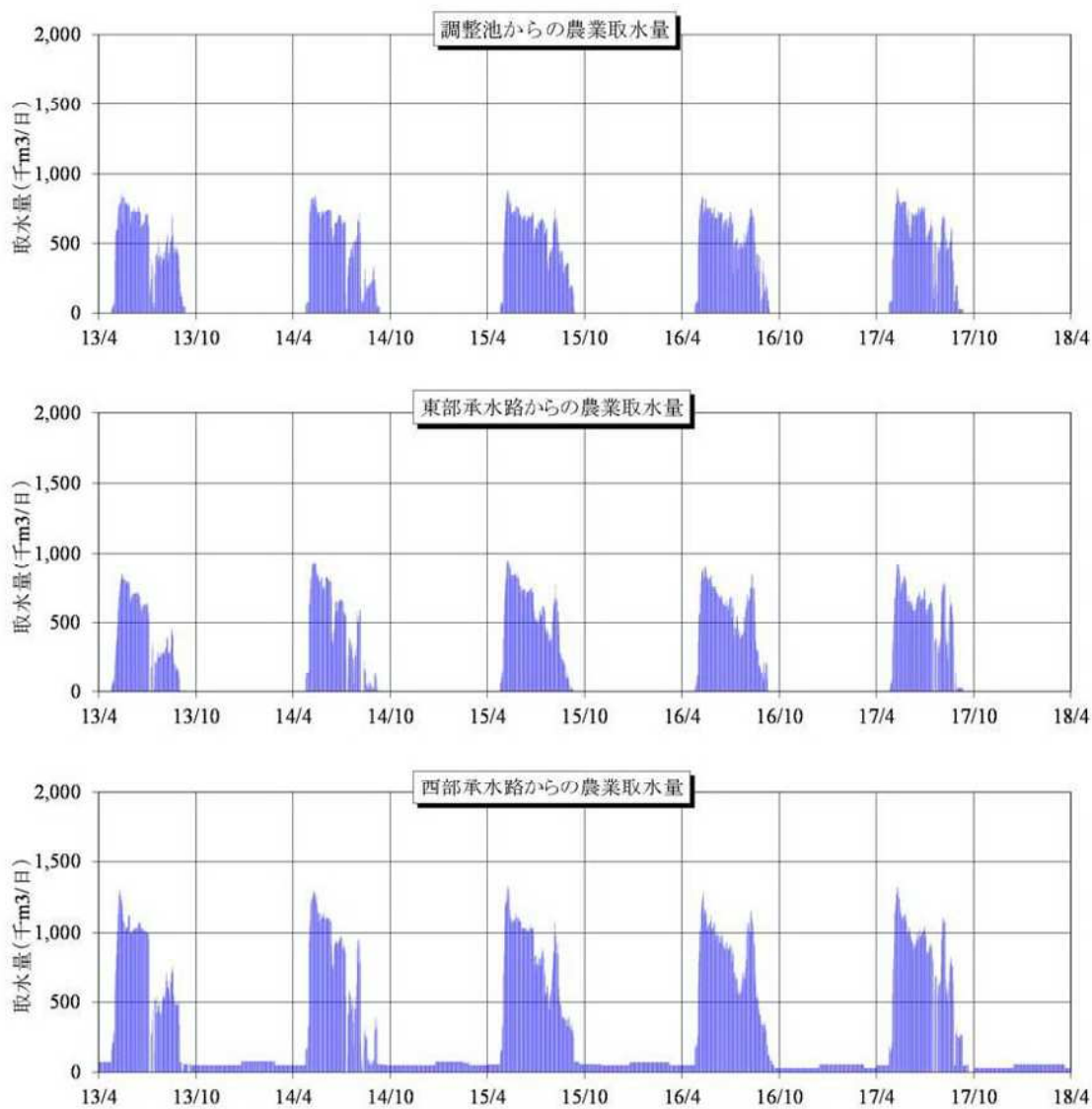


図 2.4 八郎湖からの農業用取水量（2013（H25）～2017（H29）年度）

(3) 防潮水門流出量

八郎湖（調整池）から外洋への流出点としては防潮水門があり、ここを通過して八郎湖水が外洋へ流出している。防潮水門からの流出量データは毎日、得られていることから、このデータを用いて流出量を算出した。

また、流出負荷量は、調整池（湖心）での月 1 回の水質データを日データに補間して日流出量に乗じることで算出した。

表 2.2 防潮水門から外洋への流出量・流出負荷量

	水量	COD 負荷	T-N 負荷量	T-P 負荷量
	百万	kg/day	kg/day	kg/day
2013 年度	1,599	25,197	3,822	301
2014 年度	1,267	20,966	2,221	235
2015 年度	1,016	16,814	2,192	182
2016 年度	1,255	20,831	3,170	209
2017 年度	1,474	21,954	4,527	330

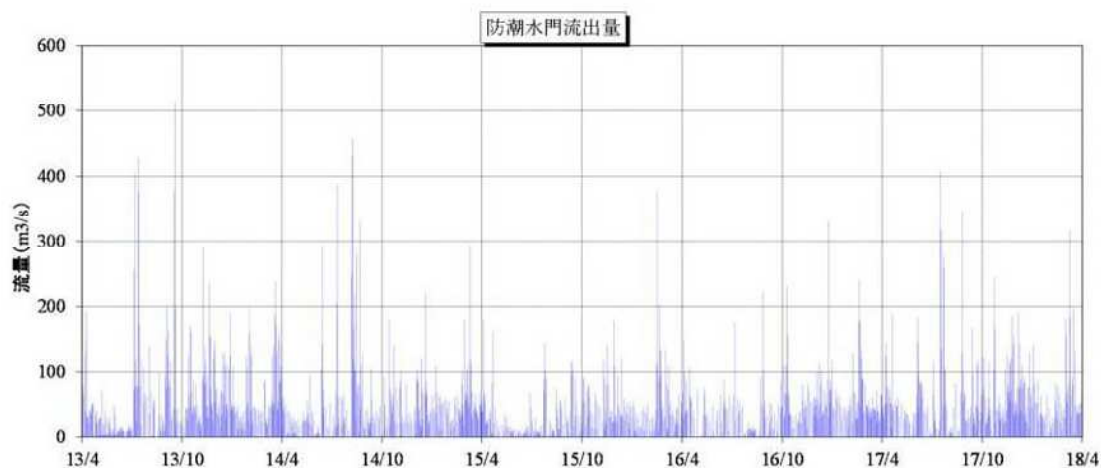


図 2.5 防潮水門流出量（2013（H25）～2017（H29）年度）

(4) 湖面降雨

湖面降雨量は、八郎湖干拓地の中にある気象庁アメダス（大潟）のデータから、八郎湖に最も近い大潟のアメダスのデータを用いて設定した。

また、湖面降雨負荷量は、原単位を用いて算出した。

表 2.3 アメダス観測地点における年降水量

mm/年	大潟	秋田	阿仁合	仁別	五城目	男鹿
2013	1,851	2,454	2,761	3,034	2,104	2,155
2014	1,510	1,594	2,515	2,301	1,857	1,609
2015	1,145	1,648	1,755	2,010	1,404	1,642
2016	1,523	1,766	2,160	2,110	1,805	1,803
2017	1,722	1,917	2,713	2,702	1,985	1,851

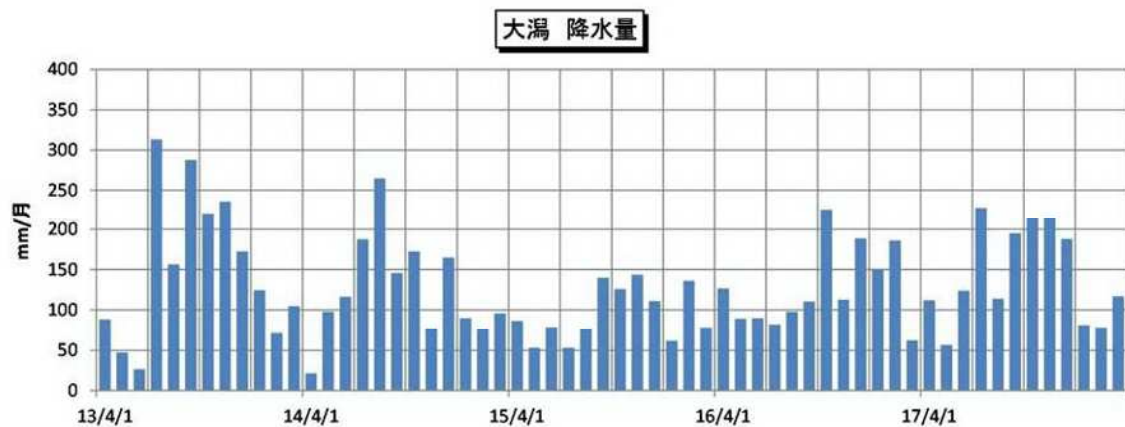


図 2.6 気象庁アメダス：大潟 月降水量データ

(5) 湖面蒸発

蒸発量を求める式として様々な式が提案されているが、気象データから比較的容易に算出が可能であるハーモン式を用いて推定した。なお、平均気温は大潟アメダスのデータを使用した。

$$E_p = 0.14 \times D_0^2 \times p_t$$

ここで、 E_p ：日平均蒸発散能（mm/日）

D_0 ：可照時間（12 時/日を 1 とする）

p_t ：平均気温に対する飽和絶対湿度（gm/m³）

表 2.4 可照時間 D_0 （12 時/日）

月	可照時間	月	可照時間
1	0.830	7	1.191
2（平）	0.900	8	1.123
2（閏）	0.902	9	1.033
3	0.992	10	0.938
4	1.087	11	0.854
5	1.167	12	0.809
6	1.209		

表 2.5 気温に対する飽和絶対湿度 p_t （gm/m³）

℃	gm/m ³	℃	gm/m ³
0	4.9	18	15.3
1	5.2	19	16.2
2	5.6	20	17.1
3	6	21	18.1
4	6.4	22	19.3
5	6.8	23	20.4
6	7.2	24	21.6
7	7.7	25	22.8
8	8.2	26	24.1
9	8.8	27	25.5
10	9.4	28	27
11	10	29	28.5
12	10.6	30	30.1
13	11.3	31	31.7
14	12	32	33.5
15	12.7	33	35.3
16	13.5	34	37.2
17	14.4	35	39.2

(6) 八郎湖干拓堤防浸透水量・負荷量

八郎湖干拓地内の浸透水量は、流域モデルでの解析結果（湧水量 5 カ年平均値）で与えた。（大潟村全体で 4.82m³/s）

この湧水量を各水域に割り振って浸透量を設定した。なお、割り振りは、湖から干拓地堤防を通して浸透してくることから、各水域の堤防長の割合を用いた。ただし、西部承水路からの浸透量については、西部承水路での水収支計算からゼロとすることで収支が取れていたことから、量としては大きくないと考えゼロと設定した。

表 2.6 各水域における堤防延長と湧水量の割り振り

水域	延長 (km)	割合	湧水量
調整池	9.28	18.2%	1.54 m ³ /s
東部承水路	19.84	38.9%	3.29 m ³ /s
西部承水路	(21.94)	(43.0%)	—
計	51.05	100.0%	4.82m ³ /s

また、浸透水の負荷量の計算について、浸透水の水質は、G 工区小水路の水質値（基幹事務所水質測定結果、2017（H29）年度）を用いた（下表）。ただし、浸透水質が高いリン濃度となっているのは、干拓地南部の地域（水域：調整池と対応）のみである。このため、干拓地南部の地域の浸透水にのみ、G 工区水路の T-P 濃度を用いる事とし、その他の地域（東部承水路）については、高濃度リンの影響を受けない水路での水質データを用いた。

表 2.7 浸透水の水質の設定

水質データ	出典
COD : 6.4mg/L T-N : 0.71mg/L T-P : 0.31mg/L	2017 (H29) 年度基幹事務所水質測定結果、G 工区小水路
T-P : 0.21mg/L ※一級幹線排水路末端 (高濃度リンの影響なし)	2017 (H29) 年度基幹事務所水質測定結果、G 工区小水路

表 2.8 浸透水量・浸透負荷量の算出

水域	浸透水量	浸透水負荷量
調整池	1.54 m ³ /s ⇒48.6 百万 m ³ /年	COD : 1.54 m ³ /s×6.4mg/L ⇒851.6kg/日 T-N : 1.54 m ³ /s×0.71mg/L ⇒94.5kg/日 T-P : 1.54 m ³ /s×0.31mg/L ⇒40.7kg/日
東部承水路	3.29 m ³ /s ⇒103.4 百万 m ³ /年	COD : 3.29 m ³ /s×6.4mg/L ⇒1819.2kg/日 T-N : 3.29 m ³ /s×0.71mg/L ⇒201.8kg/日 T-P : 3.29 m ³ /s×0.21mg/L ⇒59.7kg/日

(7) 流域（河川）流入量・負荷量

流域からの流入量・流入負荷量については、後述する「流域水物質循環モデル」での解析結果（現況再現結果）を用いた。

2.3 水収支・負荷収支の算定変遷整理

以上の水収支、負荷収支に係わる要素の整理結果を踏まえ、八郎湖における水収支、負荷収支（COD、T-N、T-P）を整理した。結果を次ページ以降に示す。

水収支・負荷収支の特徴は、次の通りである。

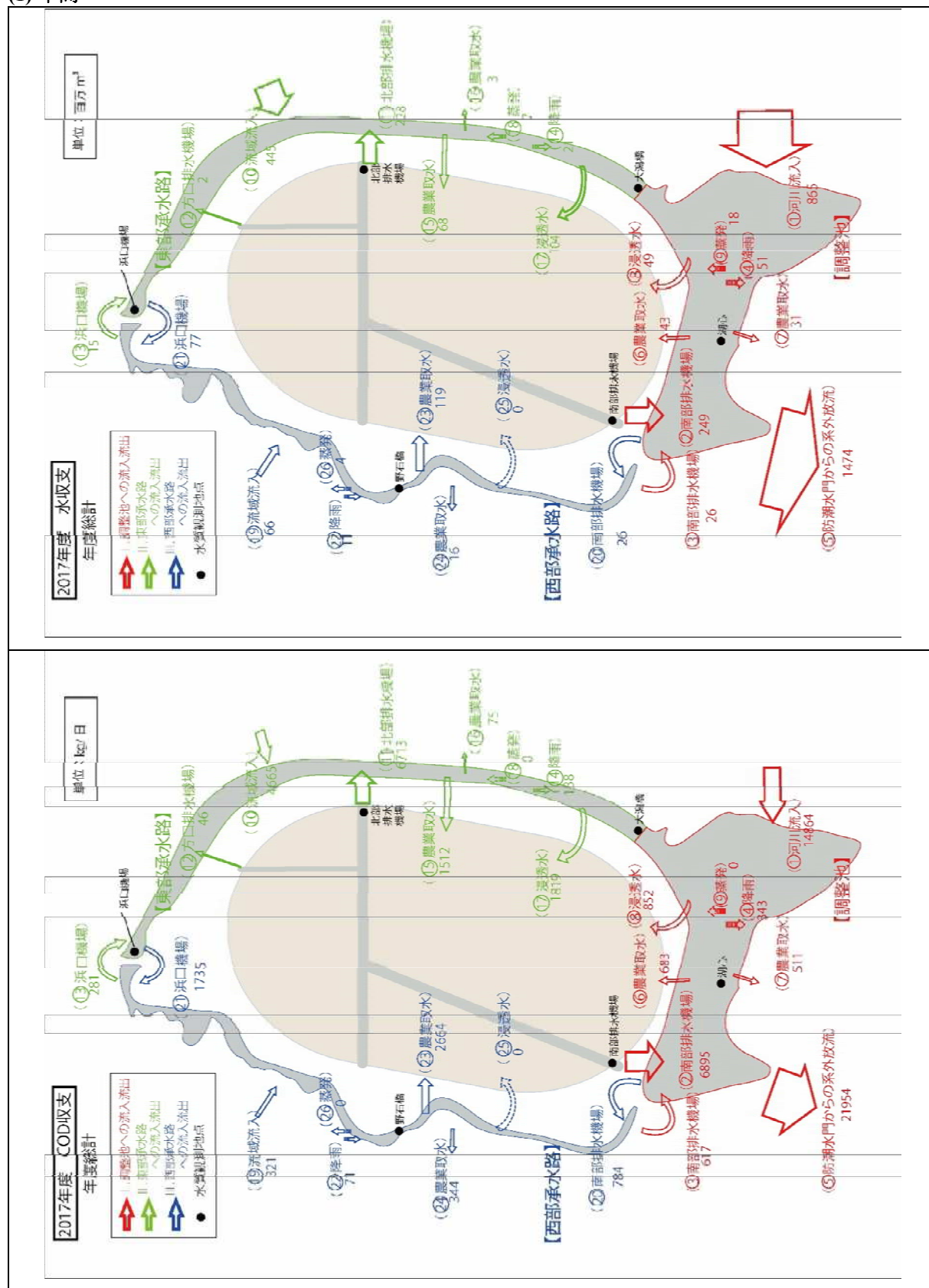
<水収支（水量）>

- 調整池・東部承水路への流入は、河川等流域からの流入の占める割合が多い。また、毎年の河川流入量の変化は降水量の影響であるが、南部・北部排水機場からの量の変化は比較的小さい。年間の総流入量の違いは河川流入量の違いによる影響が大きい。流出は、防潮水門が大部分を占める。
- 西部承水路への流入は、流域流入と浜口機場からの量が多く、それぞれ同程度である。また、流出は大潟村干拓地への農業取水の割合が多いが、非かんがい期には東部承水路や調整池への流出の割合が多くなる。

<負荷収支（COD、T-N、T-P）>

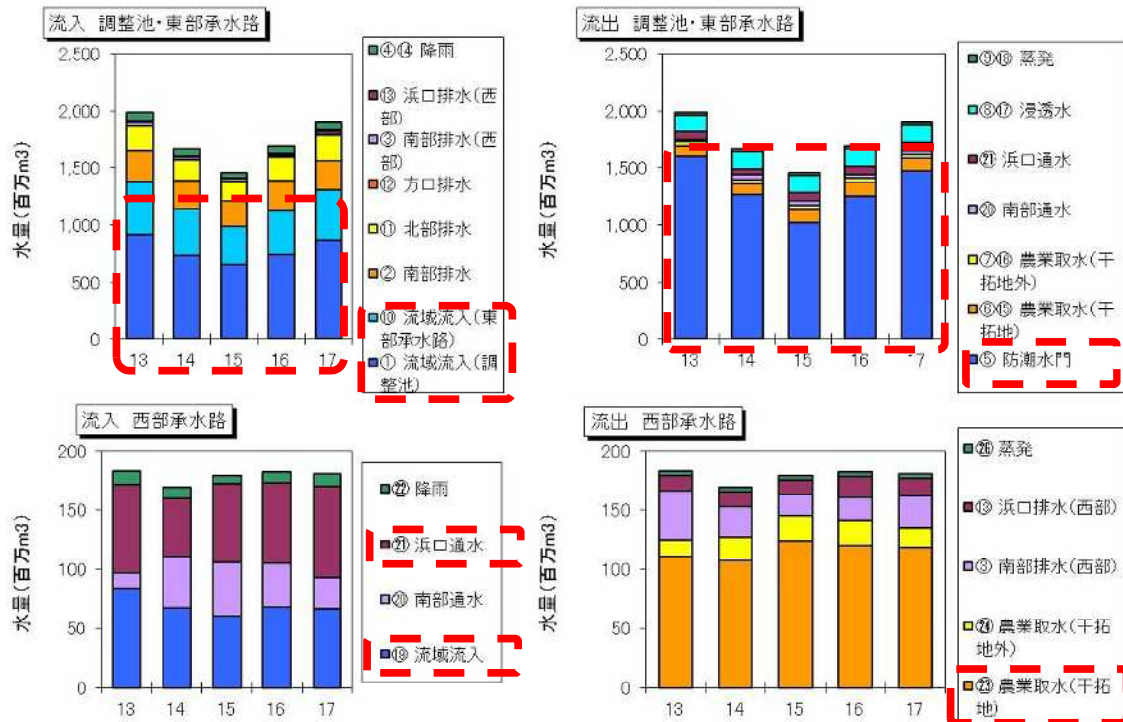
- 調整池・東部承水路への流入負荷については、水量の割合に対して、南部・北部排水機場からの負荷量の割合が多くなる。これは、大潟村干拓地の排水路の水質濃度が河川の水質濃度よりも比較的高いことが要因と考えられる。
- 特に、りん（T-P）の流入負荷について、調整池・東部承水路へは年にかかわらず、南部排水機場から流入が最も多い。
- 西部承水路へは、水量は浜口機場からの量が多いが、T-P の負荷量は南部排水機場からの量が多くなっており、取水元の中央幹線排水路～調整池での T-P 濃度が比較的高いことによることが要因と考えられる。
- なお、西部承水路の負荷収支について、流入と流出の差が大きい。これは、流域からの流入負荷が小さいこと、また流出の負荷の計算方法で、野石橋の水質を一律で用いていること等によって誤差が生じていることが考えられる。

(1) 年間



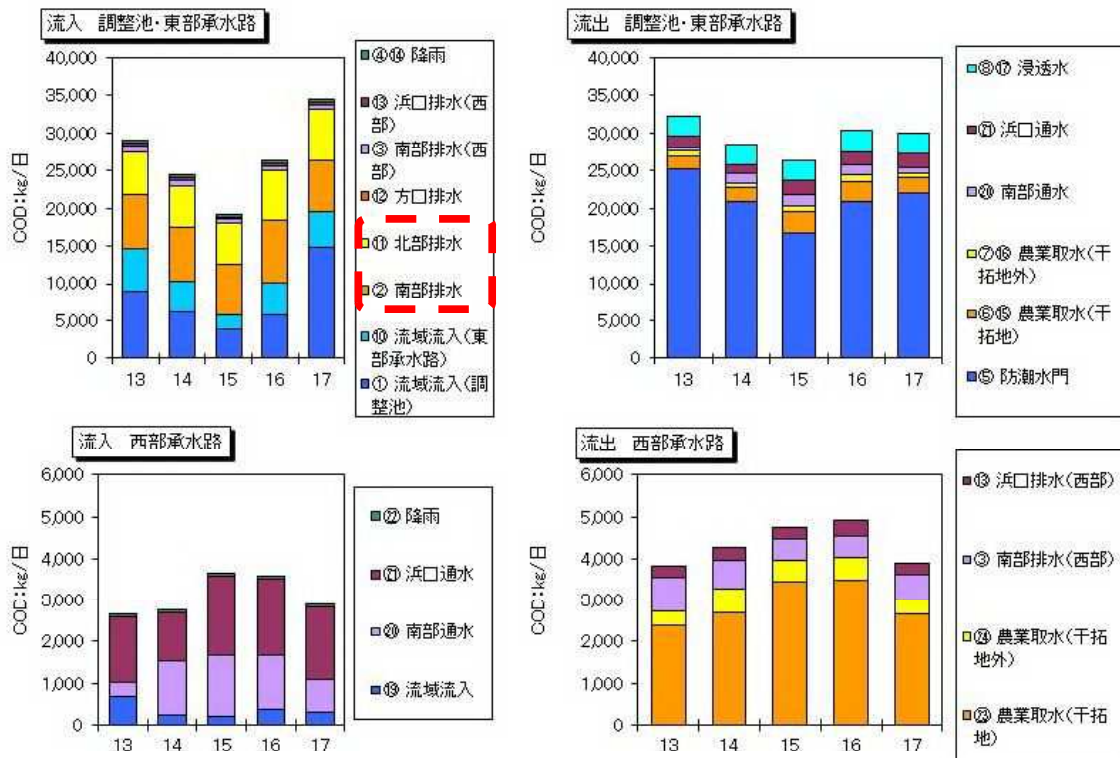
水量

※集計期間の始めと終わりで同じ湖水位でないため、流入と流出の量は必ずしも一致しない。

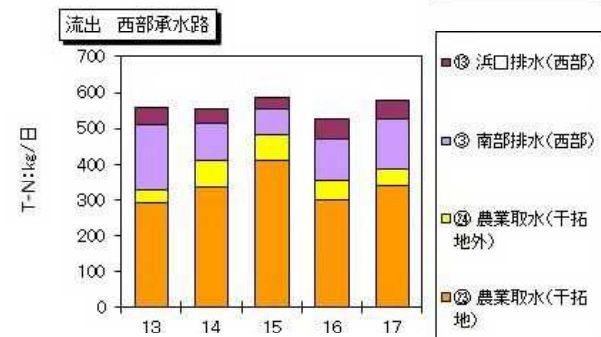
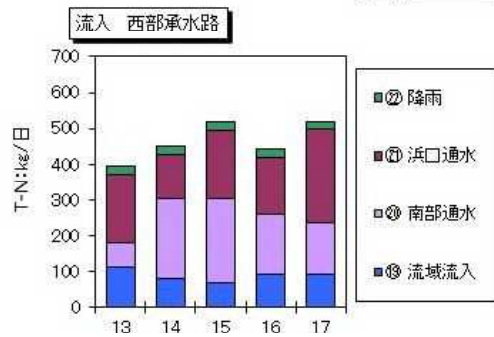
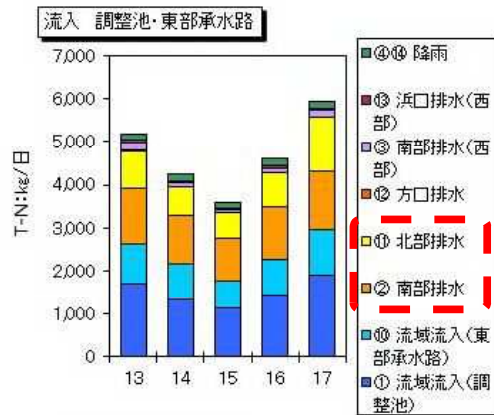


COD

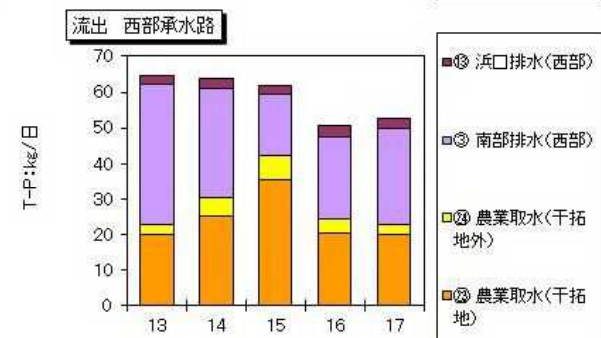
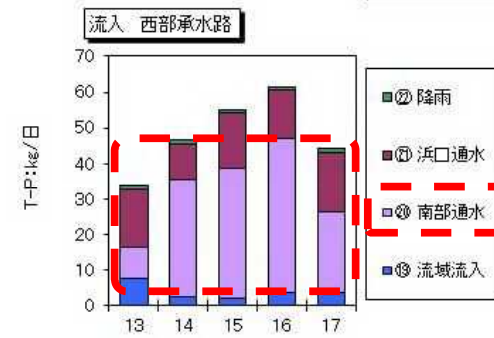
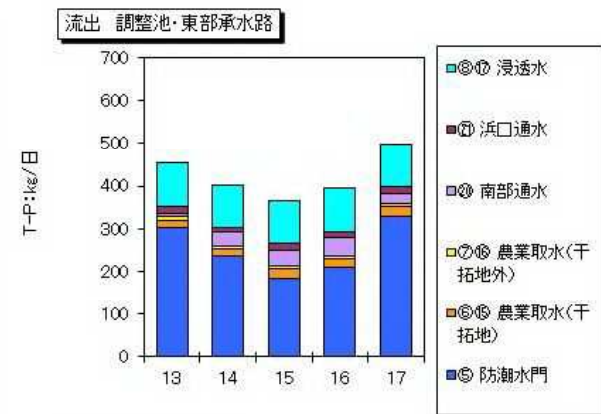
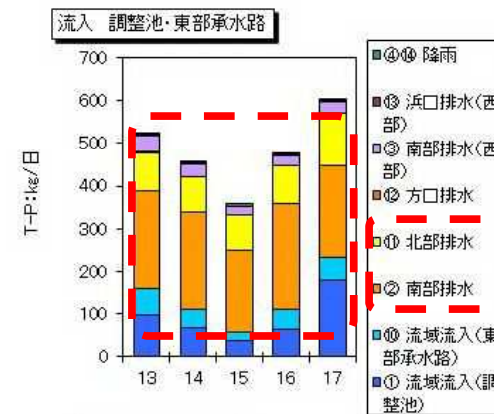
※集計期間の始めと終わりで同じ湖水質ではないことと代表点での水質データを用いて負荷を算出していること、内部生産等があることから、流入と流出の量は必ずしも一致しない。



T-N

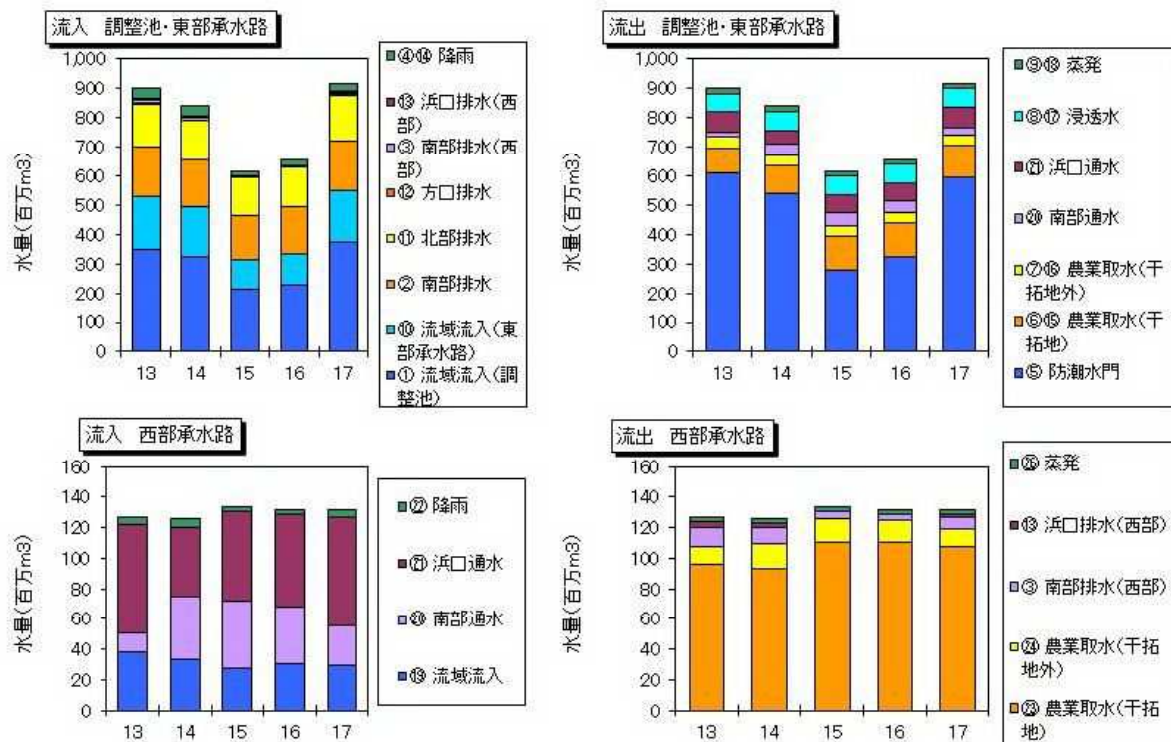


T-P

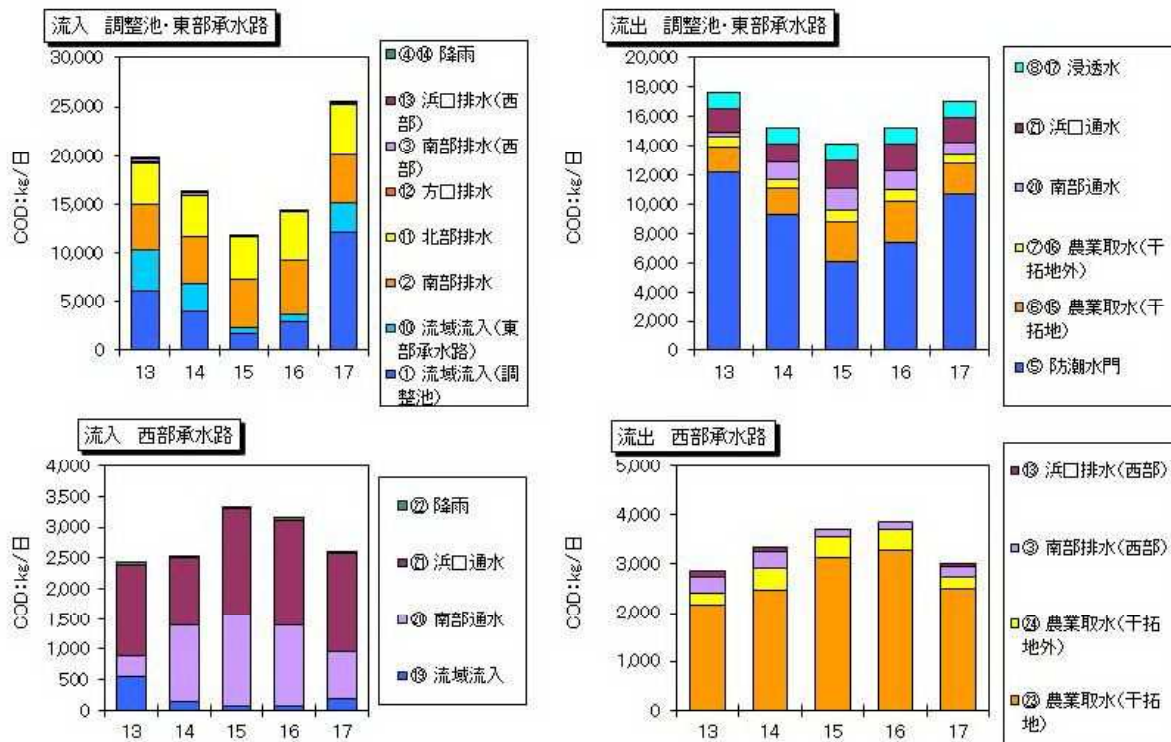


(2) かんがい期 (5月～9月)

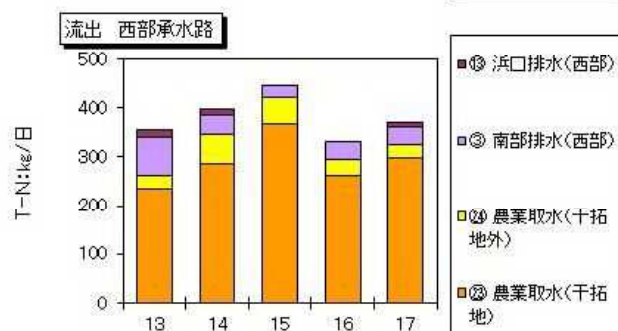
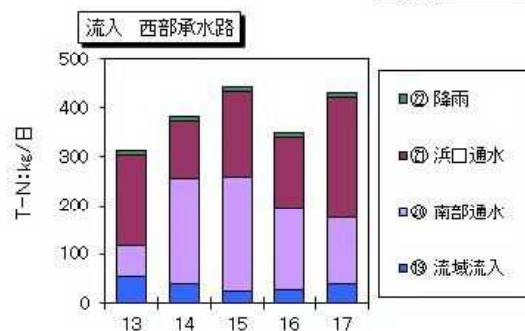
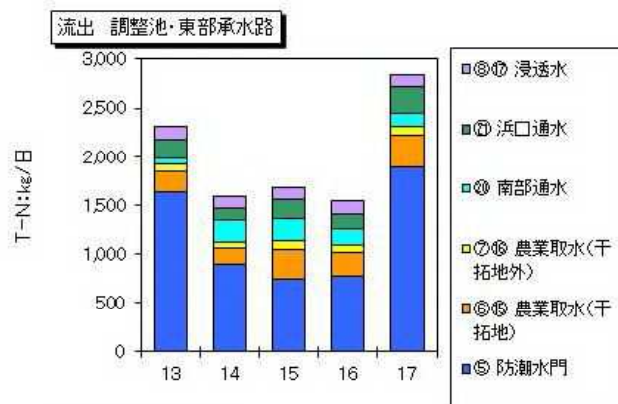
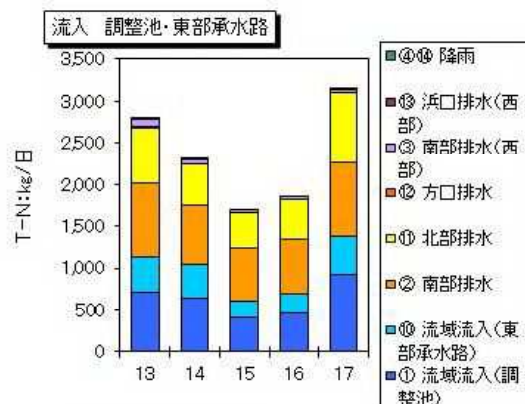
水量



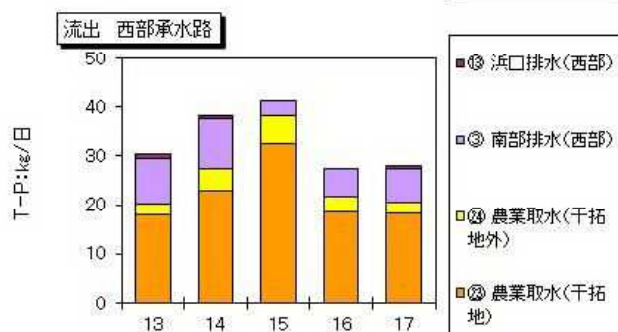
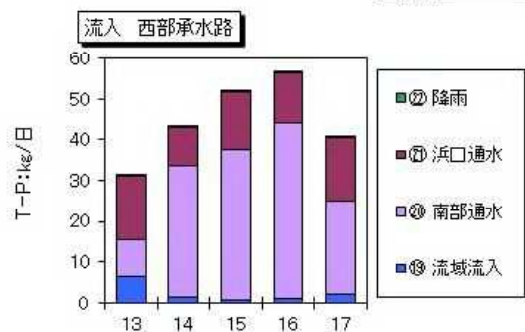
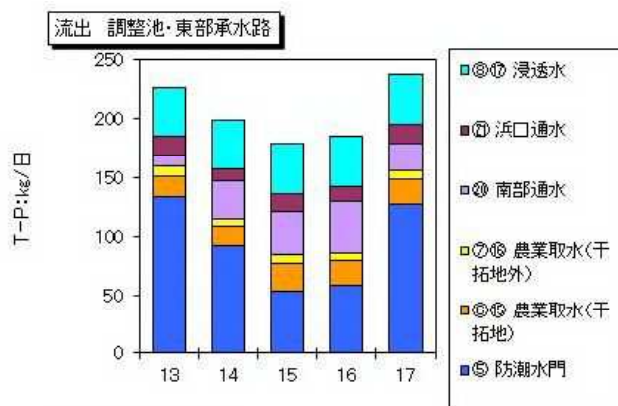
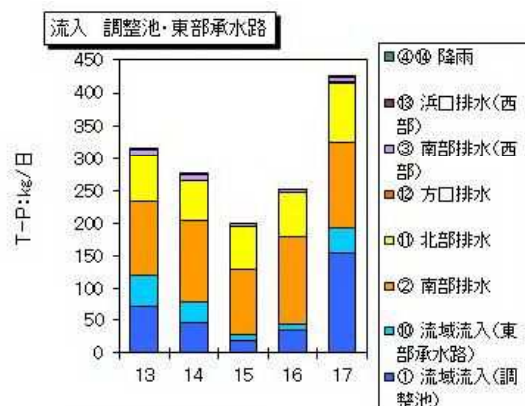
COD



T-N

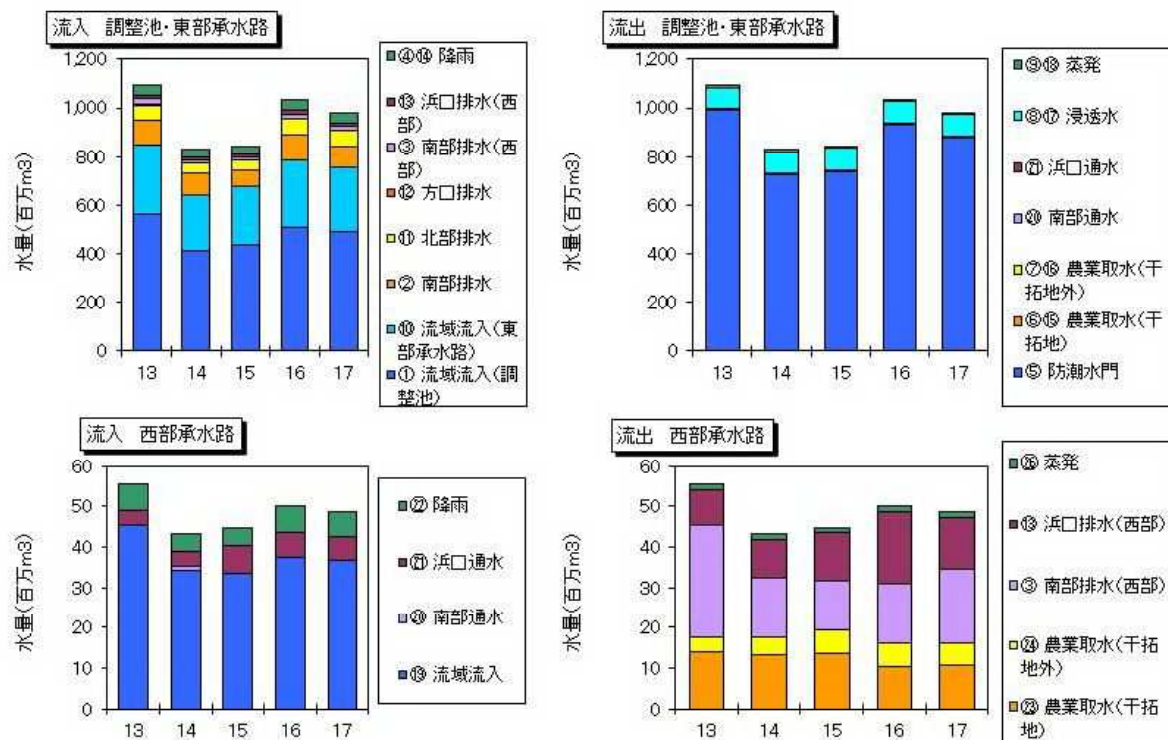


T-P

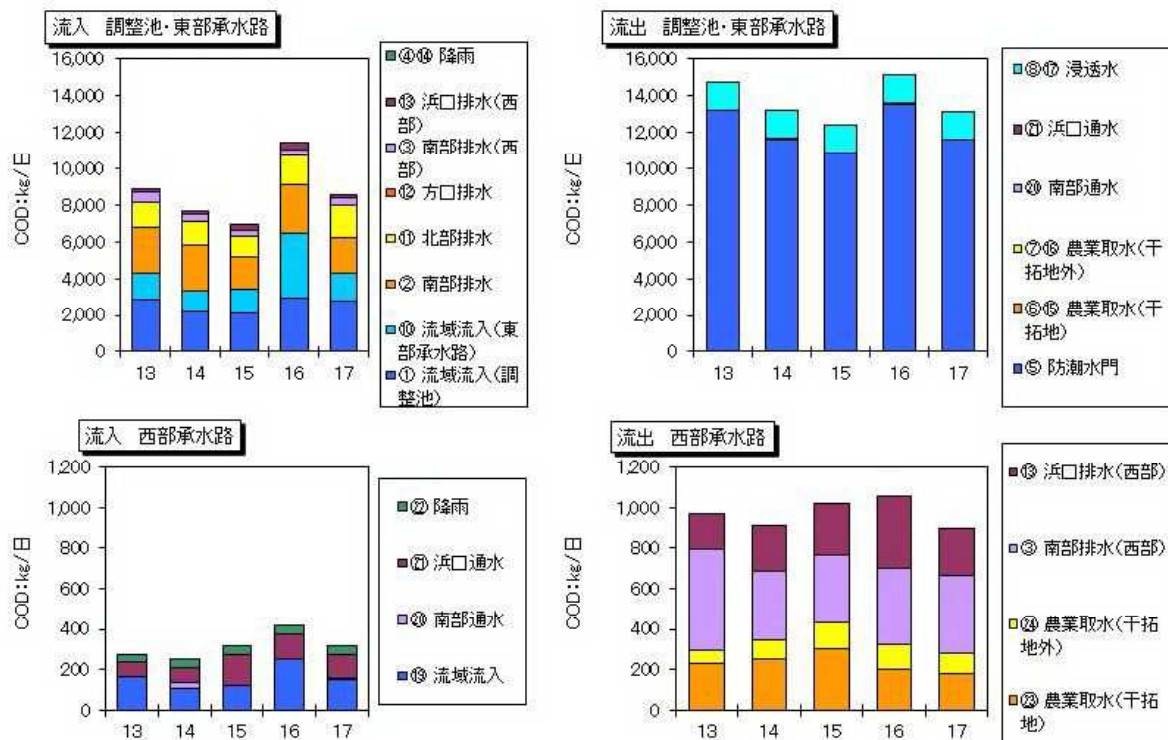


(3) 非かんがい期 (10月～4月)

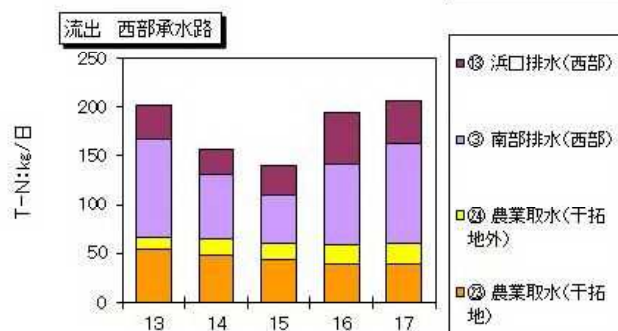
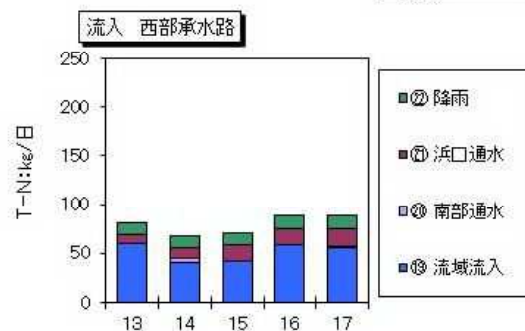
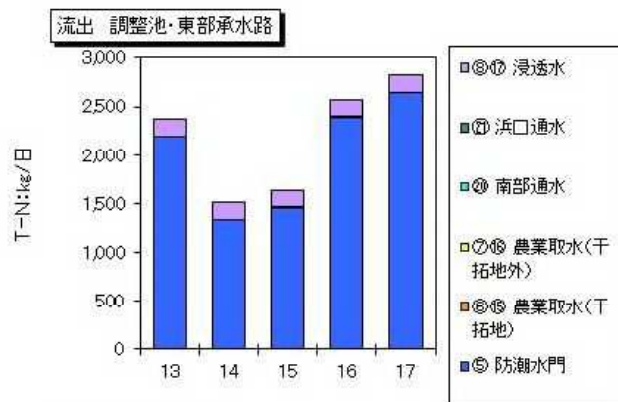
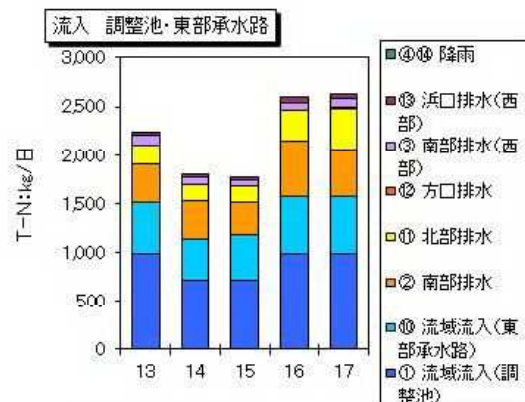
水量



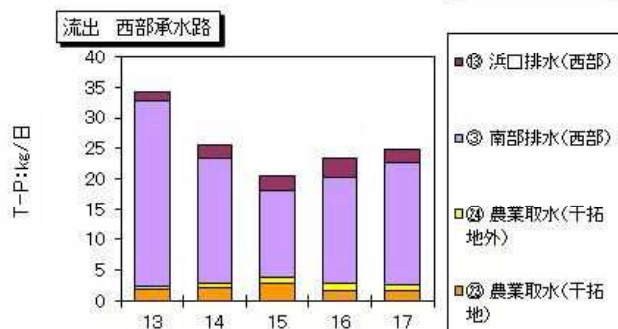
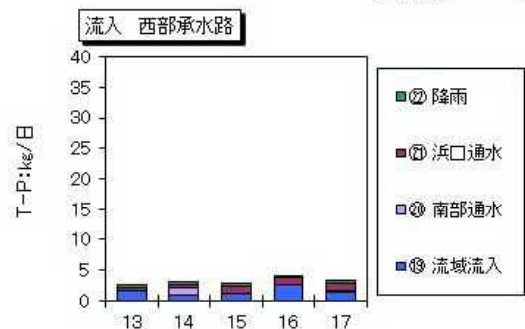
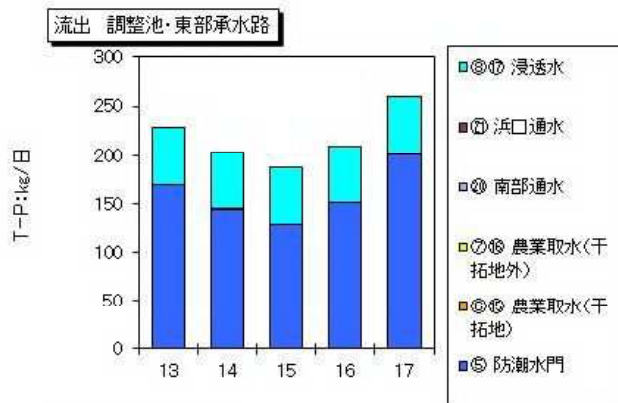
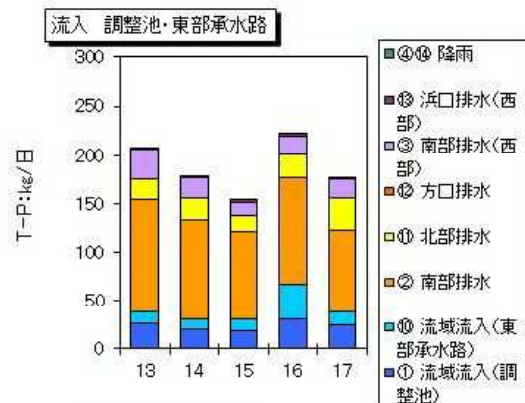
COD



T-N



T-P



3. 現況湖内水質予測結果

3.1 水質予測モデルの概要

3.1.1 水質予測モデルの全体像

水質予測モデルは、第2期計画策定時（H24～H25年度）において構築したモデルを用いる。下記に水質予測モデルの全体像を下図に示す。

モデルは、流域で降雨等に伴って発生する流量、負荷量を解析する流域水物質循環モデルと、その解析結果（河川流量、負荷量）をインプットとして湖内の流動と水質を解析する湖内水質予測モデルで構成される。

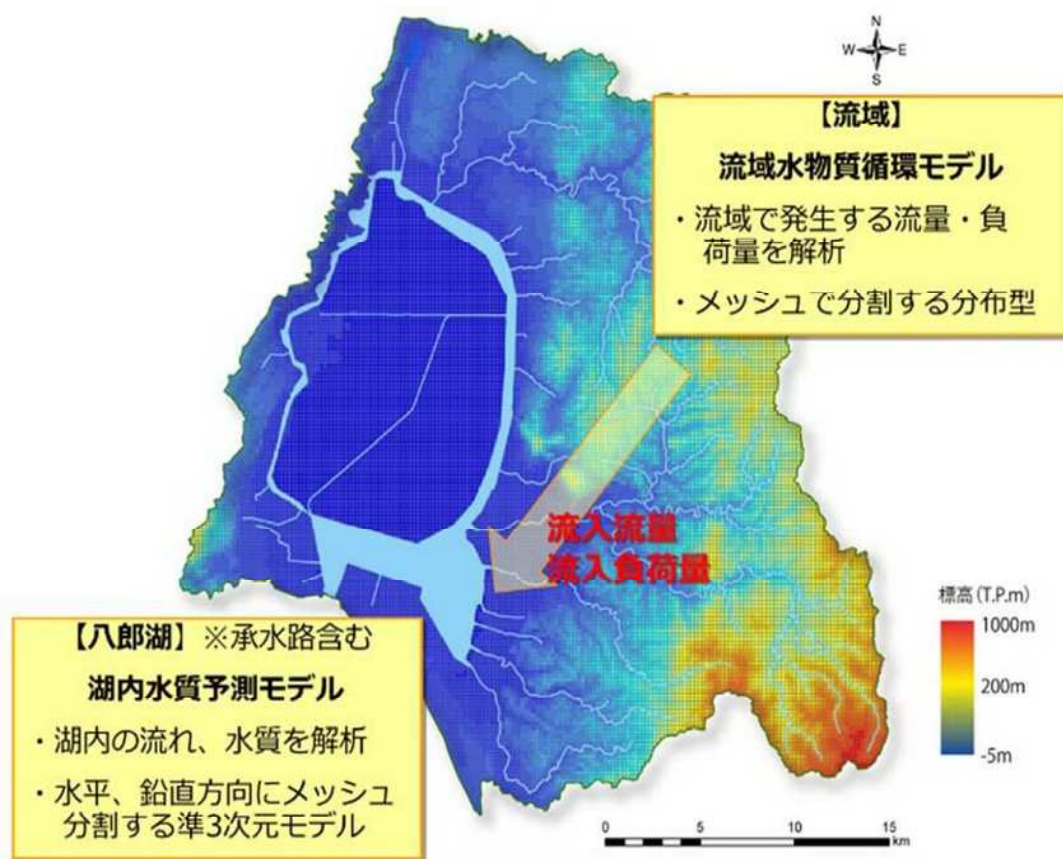


図 3.1 水質予測モデルの全体像

3.1.2 流域水物質循環モデルの概要

(1) モデルの構造

八郎湖水質予測で用いる「流域水物質循環モデル※」は、5つの要素モデルを連成した非定常の分布物理型モデルであり、水量・物質（水質）を同時に解析することができるモデルである。また、流域内の諸現象（蒸発散・地下水・地表流・河道流）に対して各要素モデルで解析し、各々を連成することで流域全体を解析する。

また、流域水物質循環モデルでは、フレームデータや地形・地質データ、気象データ等を計算条件として入力し、各メッシュの流量・水質、および湖への流入量・流入負荷量を解析する。

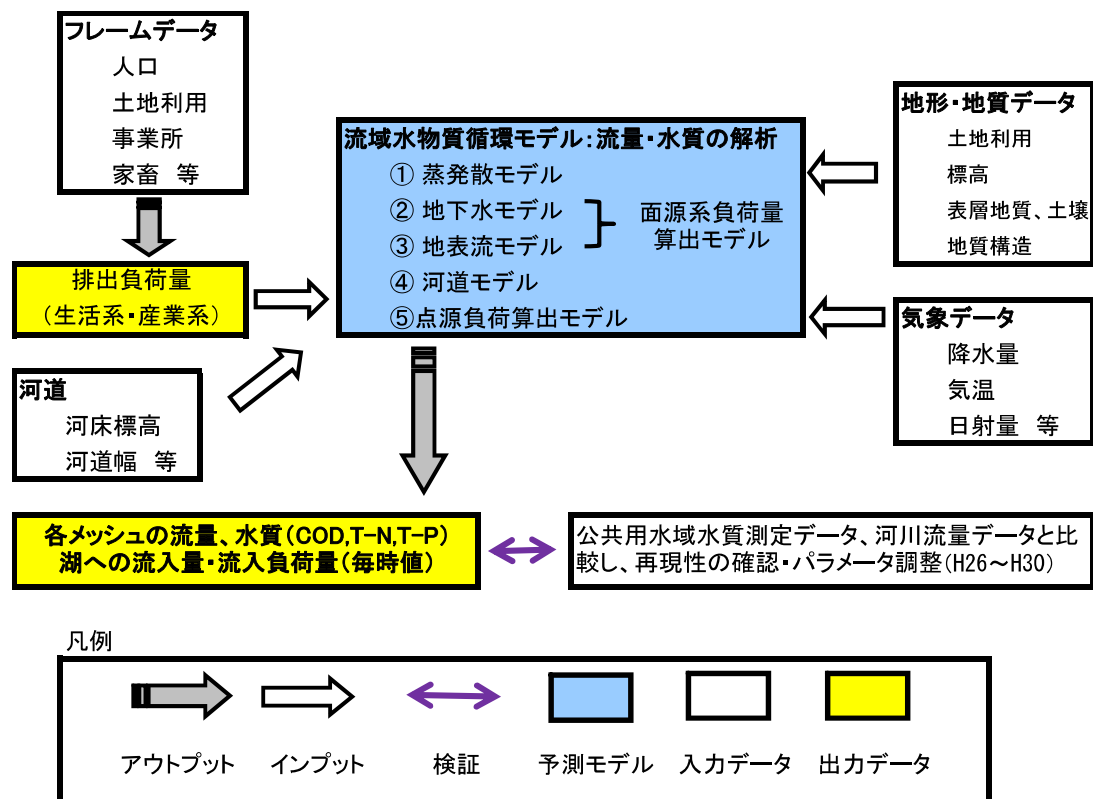


図 3.2 流域水物質循環モデルの構成

※参考文献：佐藤・上原・湯浅・永禮・小松ら（2011（H23））陸域－湖内流動－湖内生態系を結合した琵琶湖流域水物質循環モデルの構築とその検証，水環境学会誌，第34巻第9号，pp.125～141.

表 3.1 流域水物質循環モデル 各要素モデルの内容

No.	要素モデル	解析内容	付加モデル
①	蒸発散モデル	土地被覆・気象条件に応じた降雨の分配（蒸発散、地下浸透、表面流出）を解析	積雪・融雪モデル 気温・降水量の標高補正 降雨水質モデル
②	地下水モデル	平面2次元多層浸透流解析により、地下水の水・物質の挙動（地下水位、流速、物質移動・拡散）、および地表への湧出（湧水量・水質）を解析	湧出モデル
③	地表流モデル	キネマティックウェーブ法により、地表面での水・物質の挙動（水位、流速、物質移動・拡散）を解析	雨天時流出負荷モデル 水田モデル、畑モデル 調整池モデル、脱窒モデル
④	河道モデル	キネマティックウェーブ法により、河道での水・物質の挙動（水位、流速、物質移動・拡散）を解析	河道巻き上げモデル 河道内浄化モデル
⑤	点源負荷算出モデル	フレーム値と原単位等をもとに生活系・事業所系・畜産系（ポイントソース）の排出負荷量を算出	污水处理形態別人口分布 作成モデル

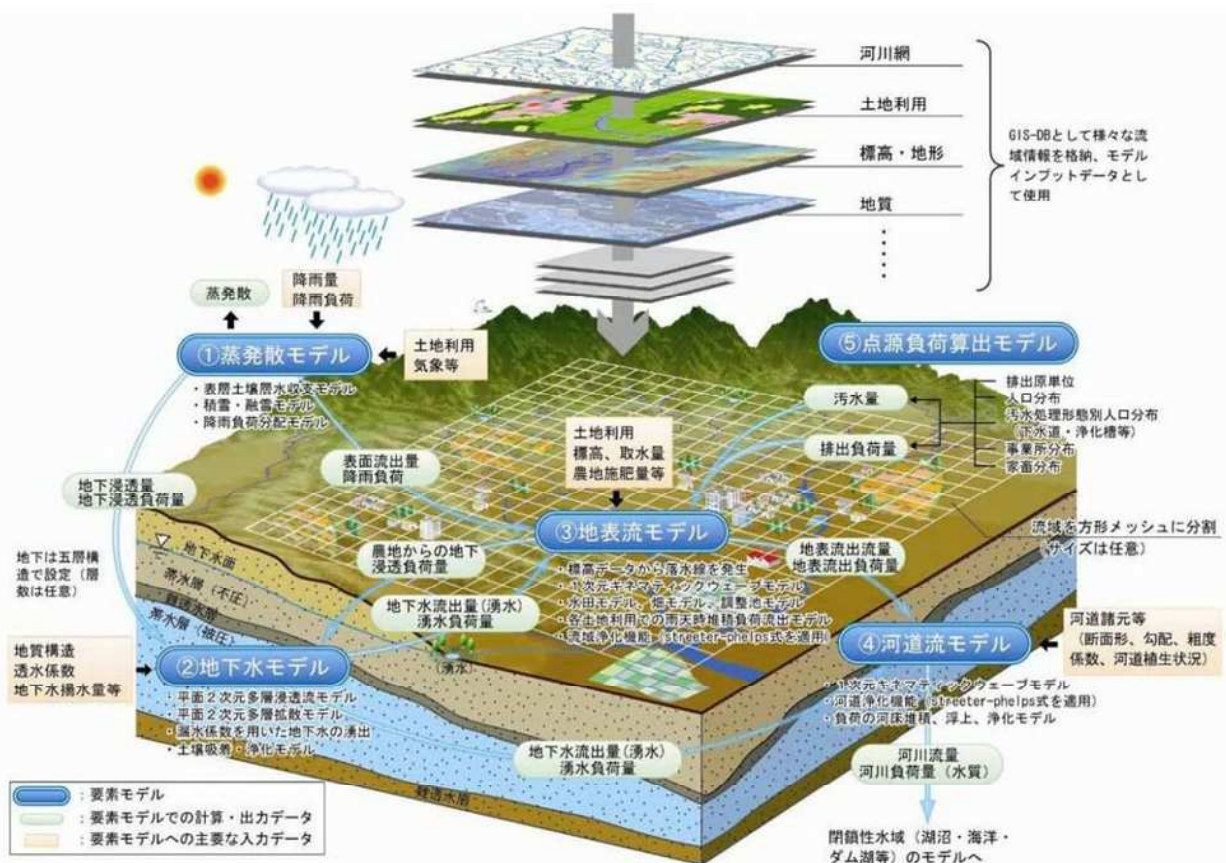


図 3.3 流域水物質循環モデルの概念図

(2) モデル入力条件の設定

1) 設定項目と方法

流域水物質循環モデルにおいては、下表で示す情報・データを取得して整理して、モデル入力条件として設定した。

表 3.2 計算条件と設定に使用した資料・データ

カテゴリ	No.	入力項目	設定方法
流域界	1	流域界・河川流域界	秋田県提供の流域ブロック図を元に GIS で流域界を作成
	2	市町村界	国土数値情報「行政区域」で設定
地形	3	標高	基盤地図情報「10m メッシュ(標高)」で設定
	4	土地利用	国土数値情報「土地利用細分メッシュ」(H26) 年度で設定
	5	河川・水路ライン	国土数値情報「河川」「湖沼」2005(H17)～2009(H21) 年度を元に作成
	6	湖岸線	秋田県提供の八郎湖深浅図より設定
地質	7	表層地質	20 万分の1土地分類基本調査「表層地質図」で設定
	8	土壌	20 万分の1土地分類基本調査「土壌図」で設定
河道	9	河道形状(幅、河床標高)	標高データおよび地形図から作成、河道図面が得られた河川(馬場目川、馬踏川、三種川)については修正
気象	10	降水量	気象庁アメダス(6)、秋田県テレメータ観測データ(9)を使用
	11	気温、日射量、風速、雲量、湿度	気象庁アメダスデータを使用
利水	12	上水道取水(河川)	八郎潟町上水道取水量を設定
	13	上水道取水(地下水)	秋田県提供の水道現況整理に基づき水源井と汲み上げ量を設定
	14	かんがい取水	八郎湖からの取水:取水量データから設定 流域河川での取水:許可水利権表(秋田県提供)から設定
	15	発電導水	杉沢発電所での日発電水量データから設定、水質は月 1 回程度測定の日データを日データに補間して負荷量を設定
	16	かんがい導水	素波里頭首工取水量を配水先の面積按分により設定。
農業	17	水稻栽培期	稲作指導指針を元に作成
	18	水田施肥量	稲作指導指針を元に設定
	19	畑施肥量	秋田県提供の原単位設定資料に記載の畑施肥量で設定
人口	20	污水处理形態別人口	「秋田県生活排水処理整備構想図(H28 年度策定)」から下水道、農集排、浄化槽のエリアを設定 市町村別の污水处理形態別人口フレーム値を各エリアに振り分け(分布は国勢調査での人口分布を参考)、メッシュデータを作成
排出負荷	21	生活排水負荷	合併処理浄化槽、単独処理浄化槽、し尿処理場利用は原単位×メッシュ人口で算出 農集排処理施設、し尿処理場からの負荷は実績値で設定
	22	事業所排水負荷	各事業所の位置を設定し、そのメッシュに事業所からの排水量・負荷量を設定

2) 流域メッシュ

メッシュサイズを 200m として、東西方向 198、南北方向 208 のメッシュ分割を行い、流域メッシュを設定した。また、地形図（国土地理院発行）等を用いて、河川・水路、湖を設定した。なお、湖については、流域水物質循環モデルでは解析対象外としている。

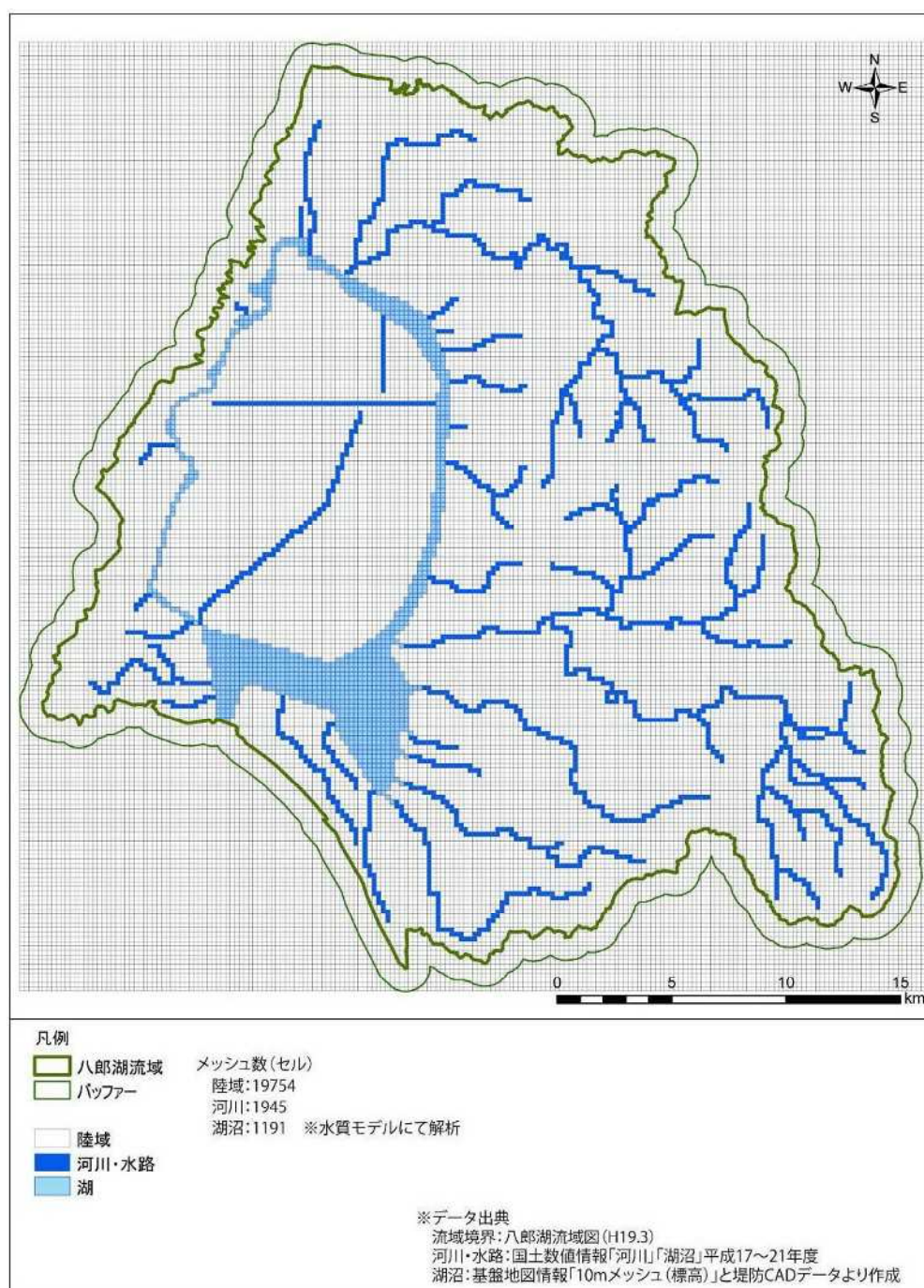


図 3.4 流域メッシュ

3) 地形

標高データは、10m メッシュ標高 (DEM) データを用いて、重み付け平均※により 200m メッシュの標高データを作成した。中央干拓地内の標高は八郎湖の管理水位より低く、T.P.0m 以下の標高となっている。

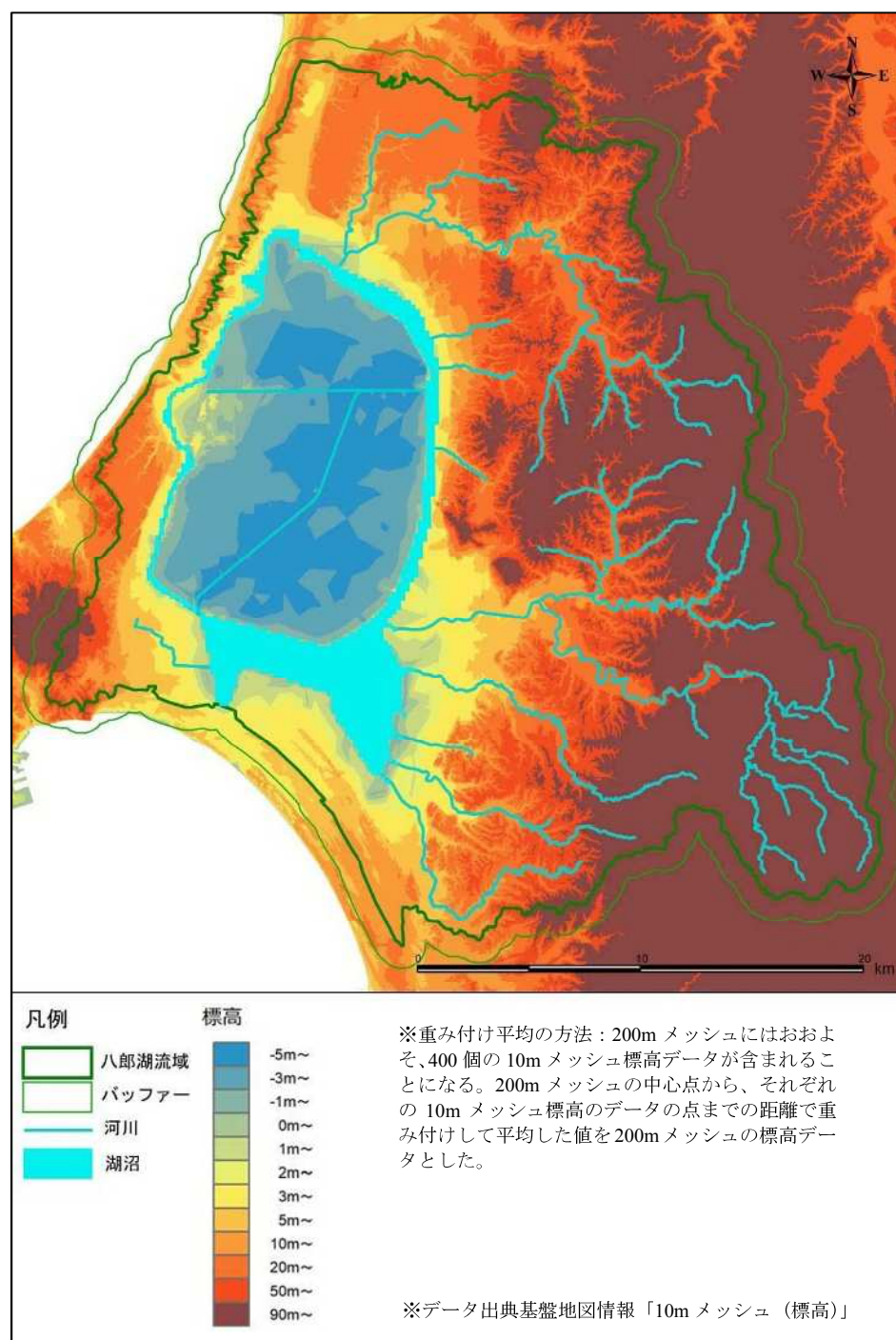


図 3.5 標高データ

4) 土地利用

土地利用データは 100m メッシュ土地利用データから設定した。なお、100m メッシュ精度であることや、地目がフレーム値と異なるため、市町村毎のフレームデータに合うように補正した土地利用データをモデルでは使用する。

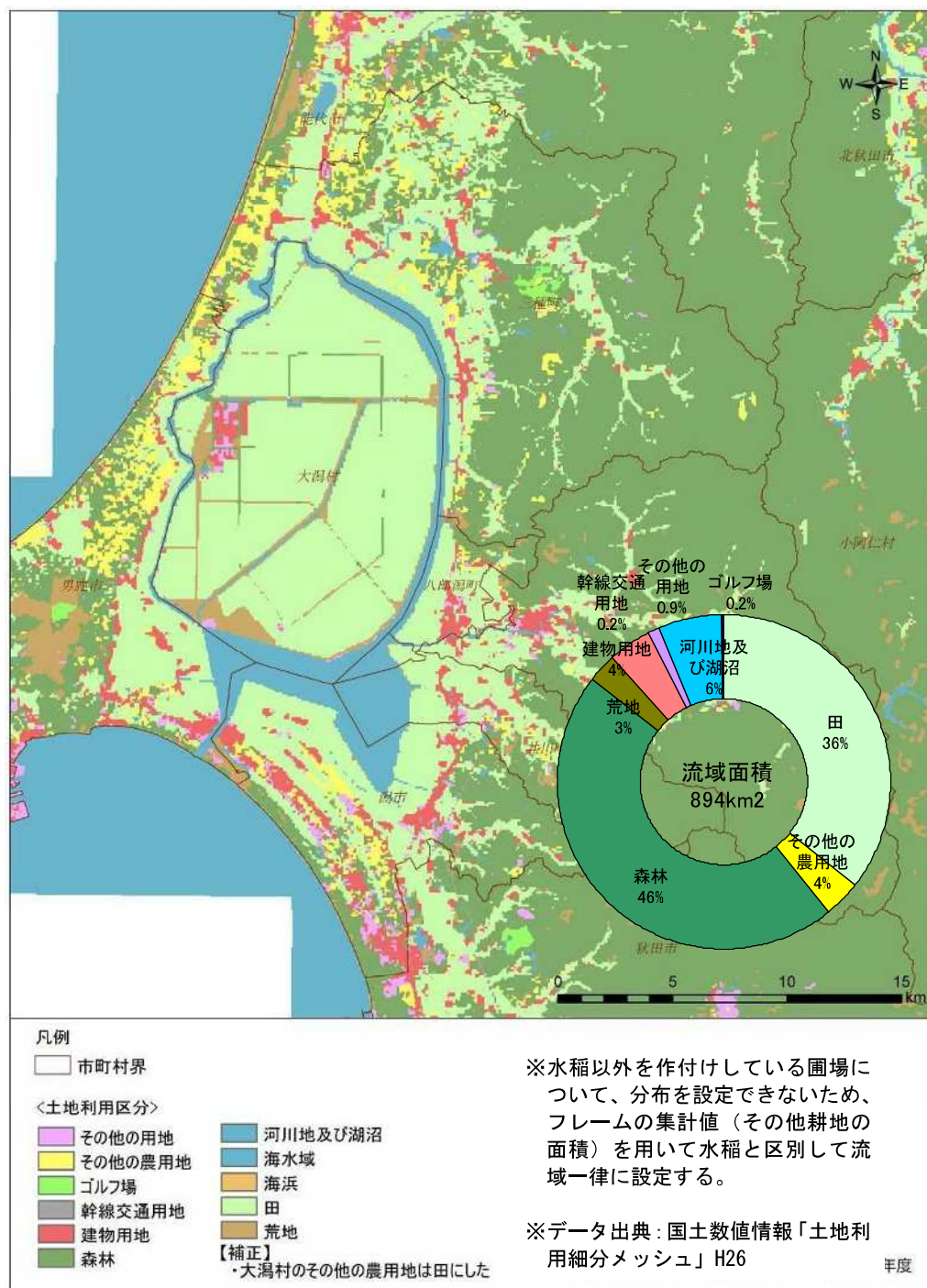


図 3.6 土地利用

5) T-P 排出負荷量分布

土地利用や市町別フレーム（汚水処理形態別人口）、および事業所排水量データから、メッシュごとに排出負荷量を集計して、排出負荷量分布データを作成した。（同様に、COD、T-N の排出負荷量分布データも作成している）

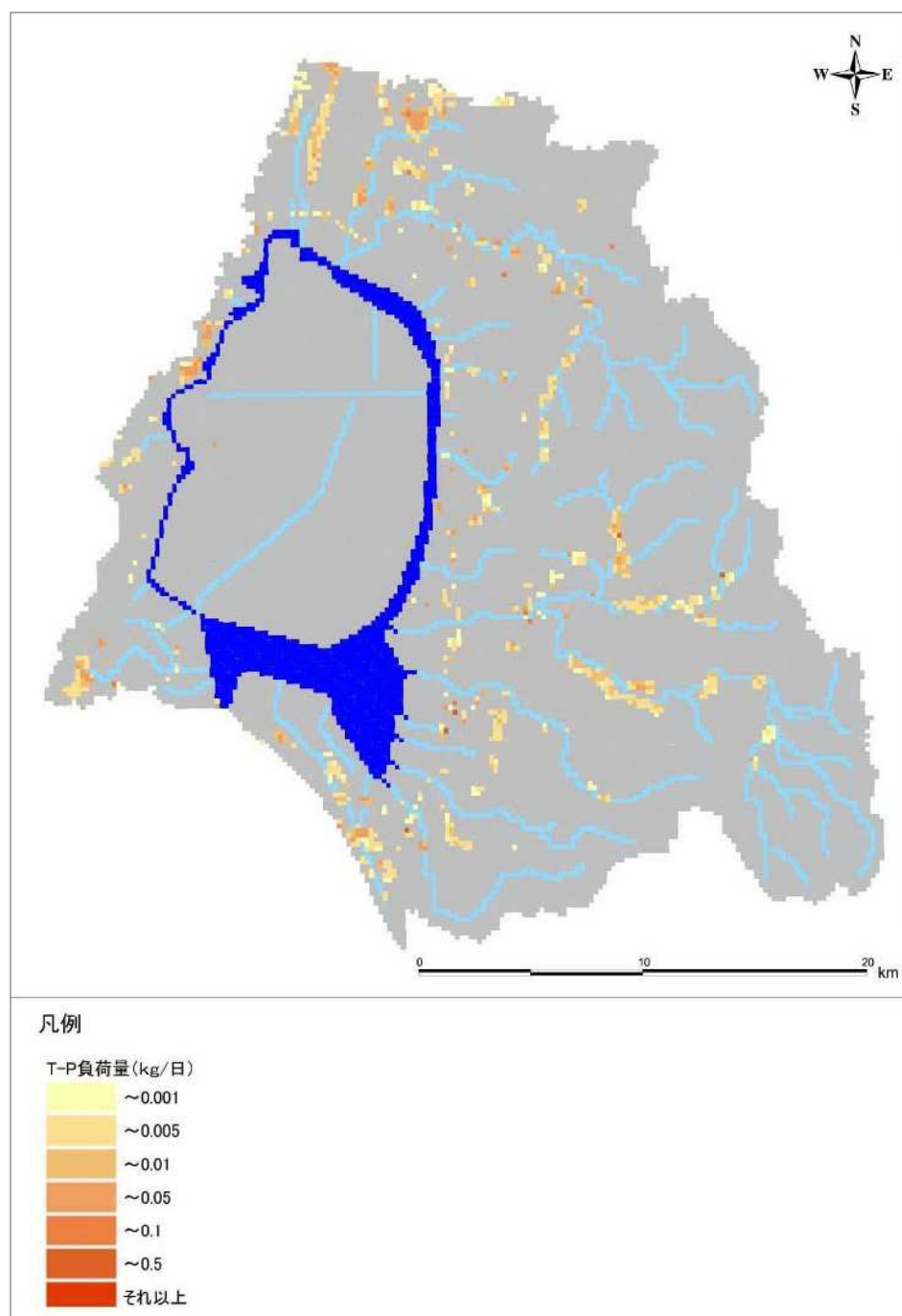


図 3.7 T-P 排出負荷量分布（生活系・産業系）

3.1.3 湖内水質予測モデルの概要

八郎湖の湖内水質予測に用いる「湖内水質予測モデル」は、水域を平面方向、鉛直方向ともにメッシュで分割する準 3 次元モデルである。前節での「流域水物質循環モデル」による計算結果（河川流量、負荷量）を入力条件として、八郎湖内の水質を解析することが可能なモデルとする。湖内水質予測モデルは、水理モデルと水質モデルに大別され、水理モデルで流動、水位、水温を計算し、その結果を用いて、水質モデルで植物プランクトン、窒素、りん等の水質項目の計算を行う。

(1) 水理（流動）モデルの概要

水理モデルは下図のような座標系において解析を行う。その基礎式は、連続式、運動方程式（運動量保存則）、熱収支式（水温・エネルギーに関する移流拡散方程式）、物質収支式（水質物質に関する移流拡散方程式）で構成される。なお、モデル解析上、流況解析（連続式、運動方程式、熱収支式）は同時に解析し、水質解析（物質収支式）は流況解析結果を入力条件とするため、流況解析実施後に後段で解析するものとした。また、水を非圧縮性粘性流体とし、静水圧近似、ブシネスク近似として解析を行う。

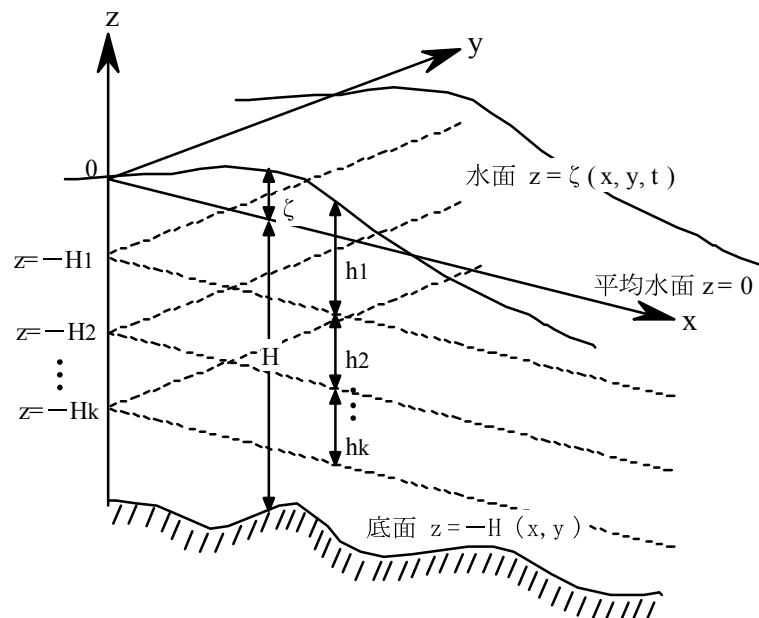


図 3.8 流動モデルの座標系

(2) 水質（生態系）モデルの概要

水質（生態系）モデルは、下図に示す水質項目を考慮し、各水質物質項目間の関係を考慮する。また、植物プランクトンは2種（藍藻類、珪藻類を想定）を考慮している。

また、全窒素、全リン、TOC は、各水質項目の解析結果から算出（合計する等）する。なお、COD は、各水域で TOC-COD 式を作成し、モデルの解析項目である TOC 算出結果から換算して算出している。

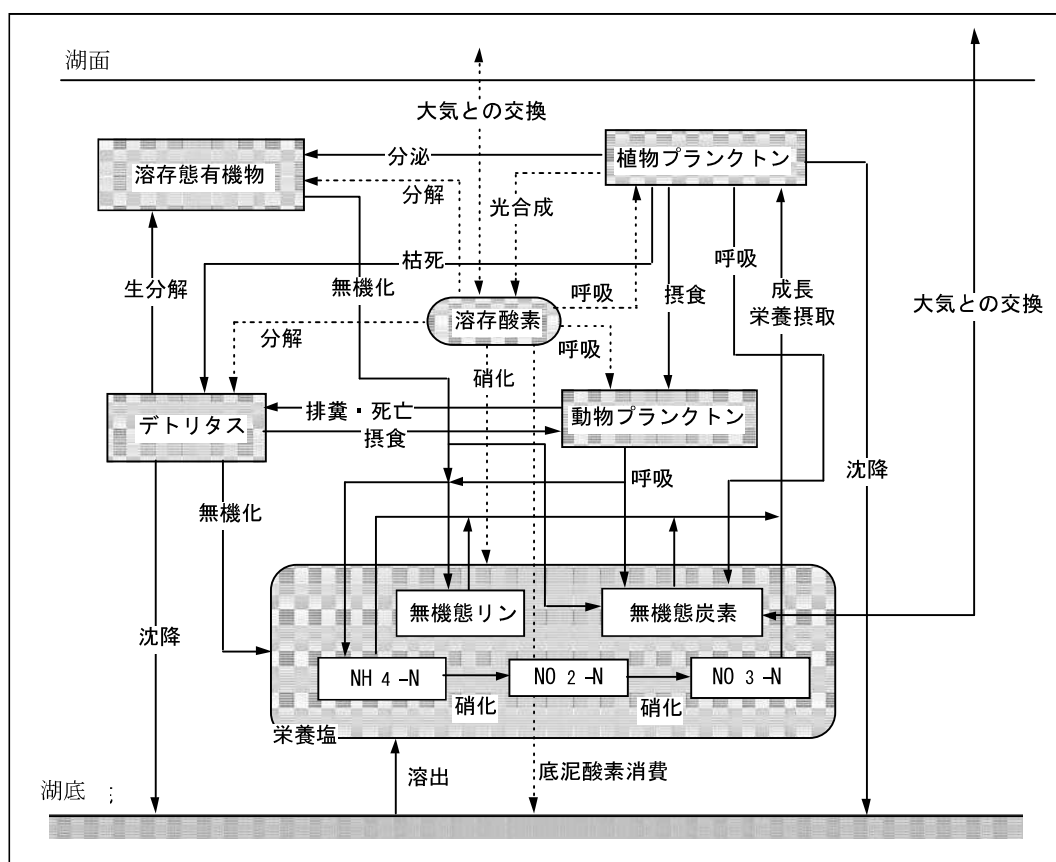


図 3.9 生態系モデルでの物質とその反応経路

(3) 計算条件の設定

1) 湖内メッシュの設定

地形の再現性、解析に要する時間を考慮して、メッシュサイズを水平方向 200m、鉛直方向 2m（最大 6 層）としてメッシュ分割を行い、湖内メッシュを設定した。これにより、水平方向のメッシュ数は約 1100 個である。



図 3.10 湖内メッシュ

2) 水深の設定

水深（湖底地形）は、既往測量等の資料等を用いて、200m メッシュに対して、湖底標高データを与えることで設定した。

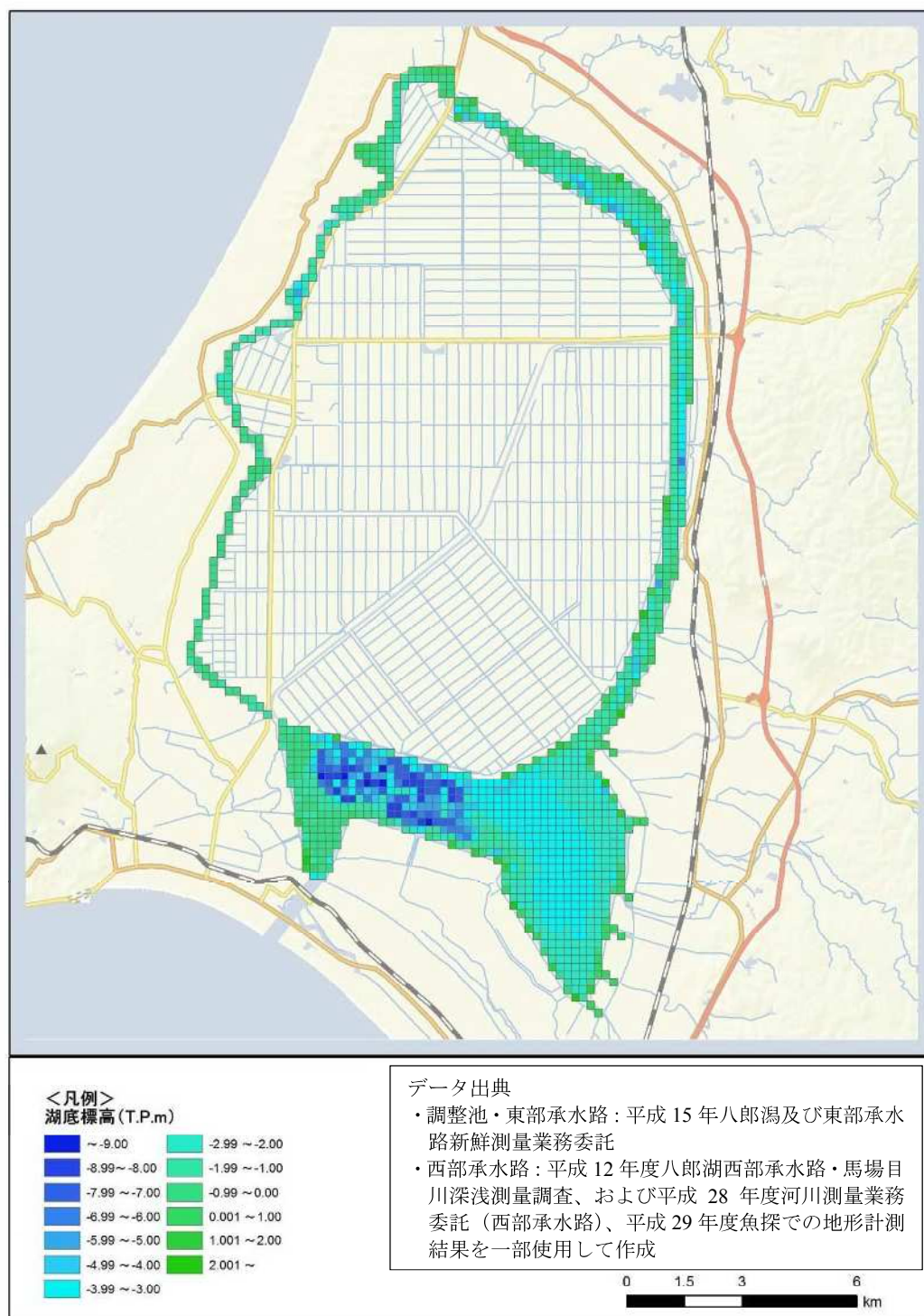


図 3.11 湖内メッシュ水深

3) 気象データ

気象データは、下表のデータを使用した。八郎湖近傍の観測地点でのデータを用いることが望ましいが、相対湿度、日射量、雲量は、最近傍の「大潟」では観測されていないため、秋田気象台のデータを使用した。

表 3.3 気象条件の設定

項目	単位	地点	データ間隔	備考
気温	℃	大潟	1 時間値	水温計算で使用
降雨量	mm/hr	大潟	1 時間値	降雨負荷算出で使用
相対湿度	%	秋田	1 時間値	水温計算で使用
風向・風速	m/s	大潟	1 時間値	水温および吹送流計算で使用
日射量	MJ/m ²	秋田	1 時間値	水温および藻類増殖計算で使用
雲量	—	秋田	1 時間値	水温計算で使用

4) 水利量データの設定

八郎湖に係わる水利量としては、排水機場での放流量、農業用水取水地点から取水量、防潮水門からの放流量がある。これらについては、前節（2.2 節）で整理して示したデータを使用した。

5) 流域からの流入量の設定

流域からの流入量については、流域水物質循環モデルでの解析結果（各河川での流量・負荷量）を用いた。なお、大潟村干拓地からの流出量については、3 つの排水機場における実測データ（排水量・負荷量）を用いた。

3.2 水質予測モデルの現況再現性

3.2.1 流域水物質循環モデルの現況再現性

(1) 再現性を検証するための実測データ

八郎湖流入河川において、水位（流量）、水質の観測が行われている地点を次ページの図に示す。なお、河川流量については観測値の精度に課題があるため検証には用いないものとする。ただし、これらは、平常時の観測のみである。

また、降雨時の流量、水質の検証に関しては、第 2 期計画検討時の平成 25 年度において実施した馬場目川、三種川における出水時（2 回）の調査結果を用いた既往検証結果を踏襲した。

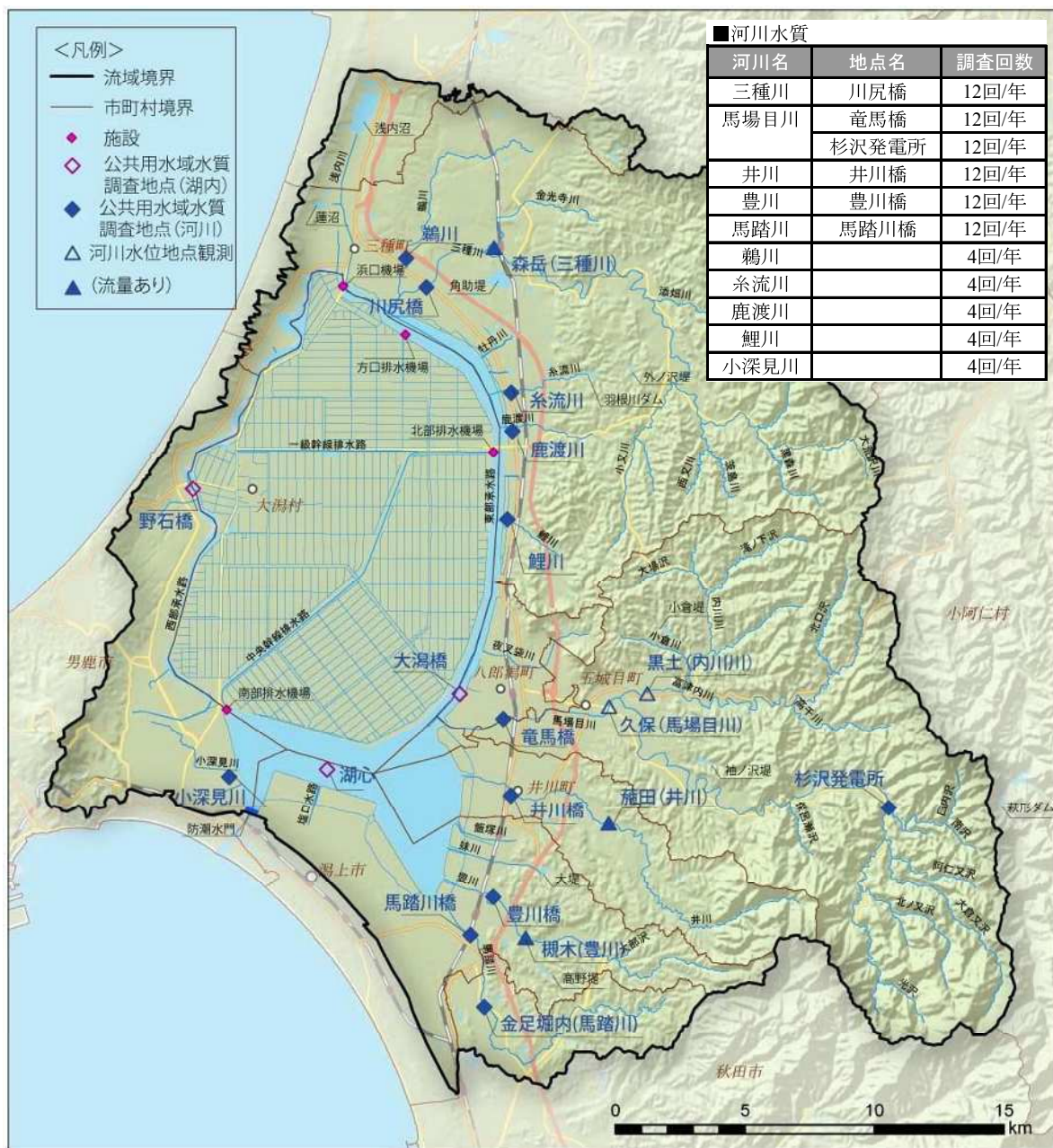


図 3.12 流域水物質循環モデルでの検証地点（河川流量・水質観測地点）

(2) 河川流量。水質の現況再現性の検証（平常時）

次ページ以降に、水質観測を実施している八郎湖流入河川について、平常時、月 1 回程度の観測値と計算結果の比較を示す。また、主な河川での再現性は下記の通りである。

1) 三種川

T-N、T-P は、濃度レベルや季節変化が再現できている。COD については、計算値では出水時を除くと 5mg/L 程度であるが、実測では夏場に 10mg/L 程度まで上昇する。これは、実測値が八郎湖の背水影響または内部生産影響を受けることに起因していると考えられる。

2) 馬場目川（竜馬橋：下流）

T-N、T-P は、濃度レベルや季節変化が再現できている。COD も概ね再現できているが、一部、夏期に計算値よりも実測値の方が高くなっている場合がある。これは三種川同様に八郎湖の背水影響または内部生産等の影響と考えられる。

3) 馬場目川（杉沢発電：上流）※八郎湖の背水影響がない地点

COD、T-N、T-P ともに再現できている。

4) 馬踏川

COD、T-P は、ほぼ全期間で計算値よりも実測値の方が高い傾向にあり、あまり再現できていない。特に夏期に実測値の方が高い傾向になっており、八郎湖の背水影響または内部生産等の影響と考えられる。T-N は、濃度レベルは概ね再現できている。

なお、検証を行った水質観測地点のうち、八郎湖の背水（バックウォーター）の影響がない地点は、杉沢発電のみである。背水の影響がある場合、水質観測値は八郎湖の水質影響や水の滞留による内部生産（有機物増加）影響を受ける可能性があるため、流域モデルの計算値と比較、検証することは難しい場合がある。

また、計算値では、降雨時に COD、T-P が高くなる結果となっているが、定期調査では平常時調査のみであるため、降雨時の検証は現時点では難しい。

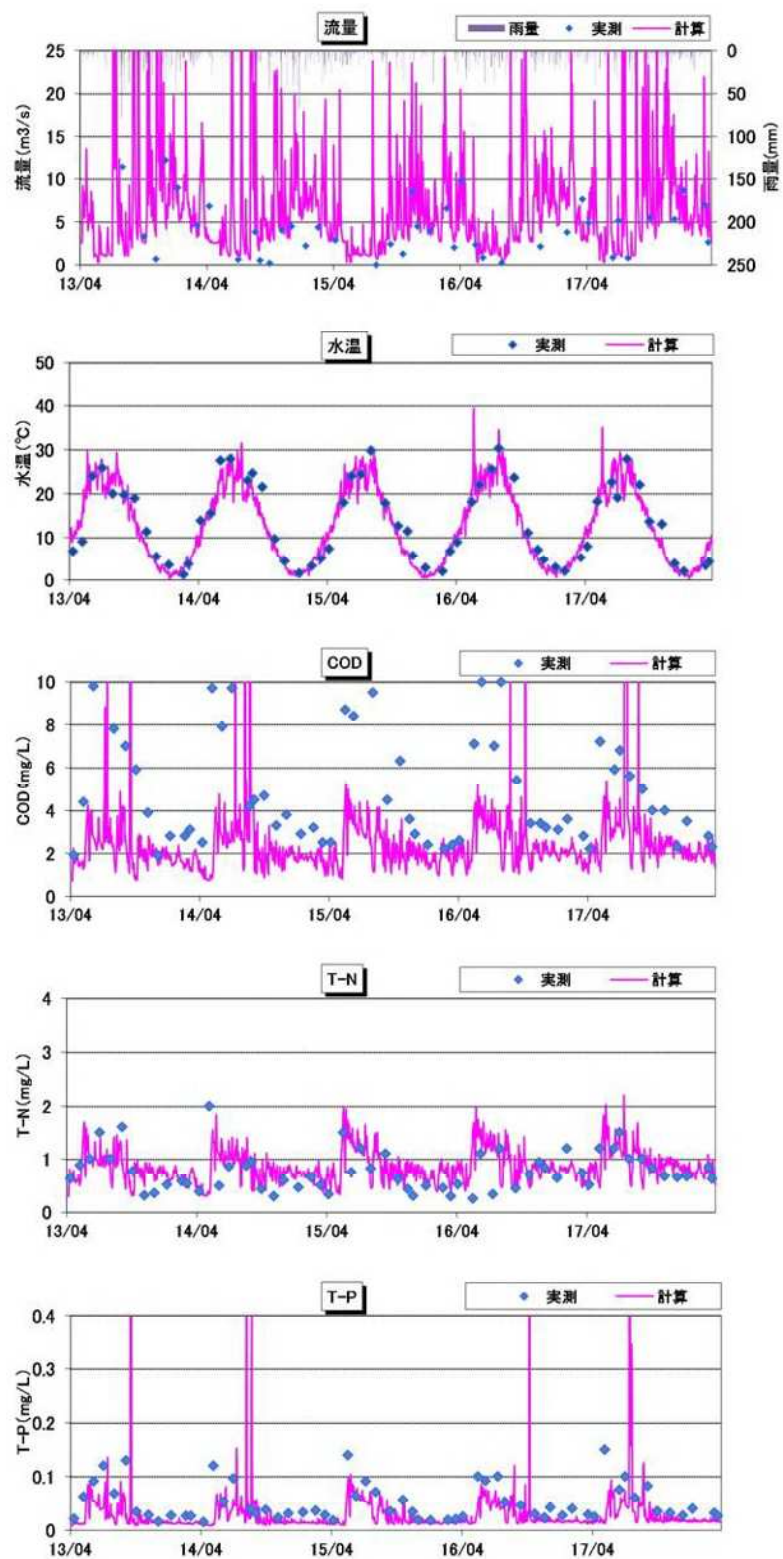


図 3.13 河川流量・水質経時変化図（三種川：川尻橋）

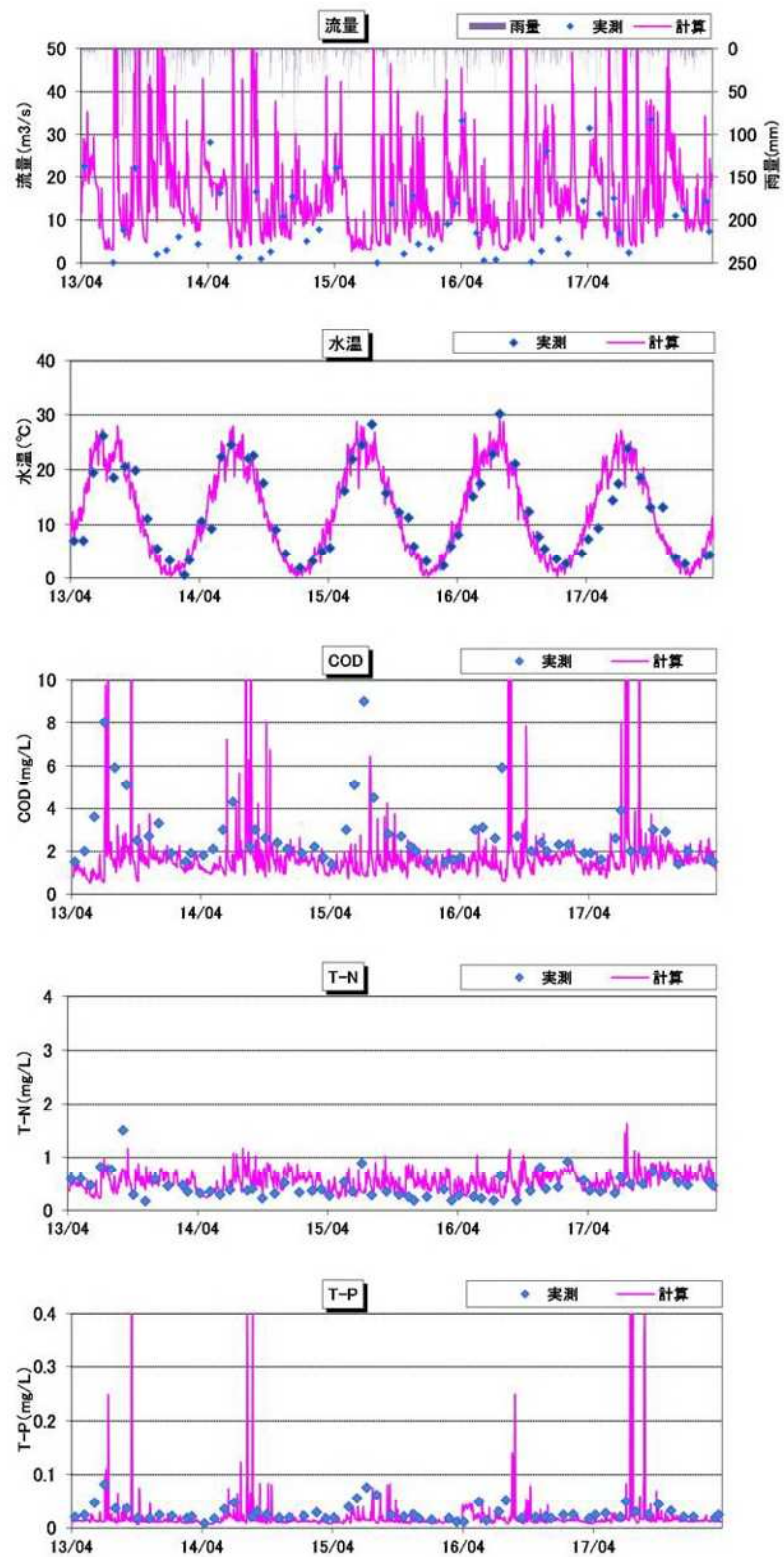


図 3.14 河川流量・水質経時変化図（馬場目川：竜馬橋）

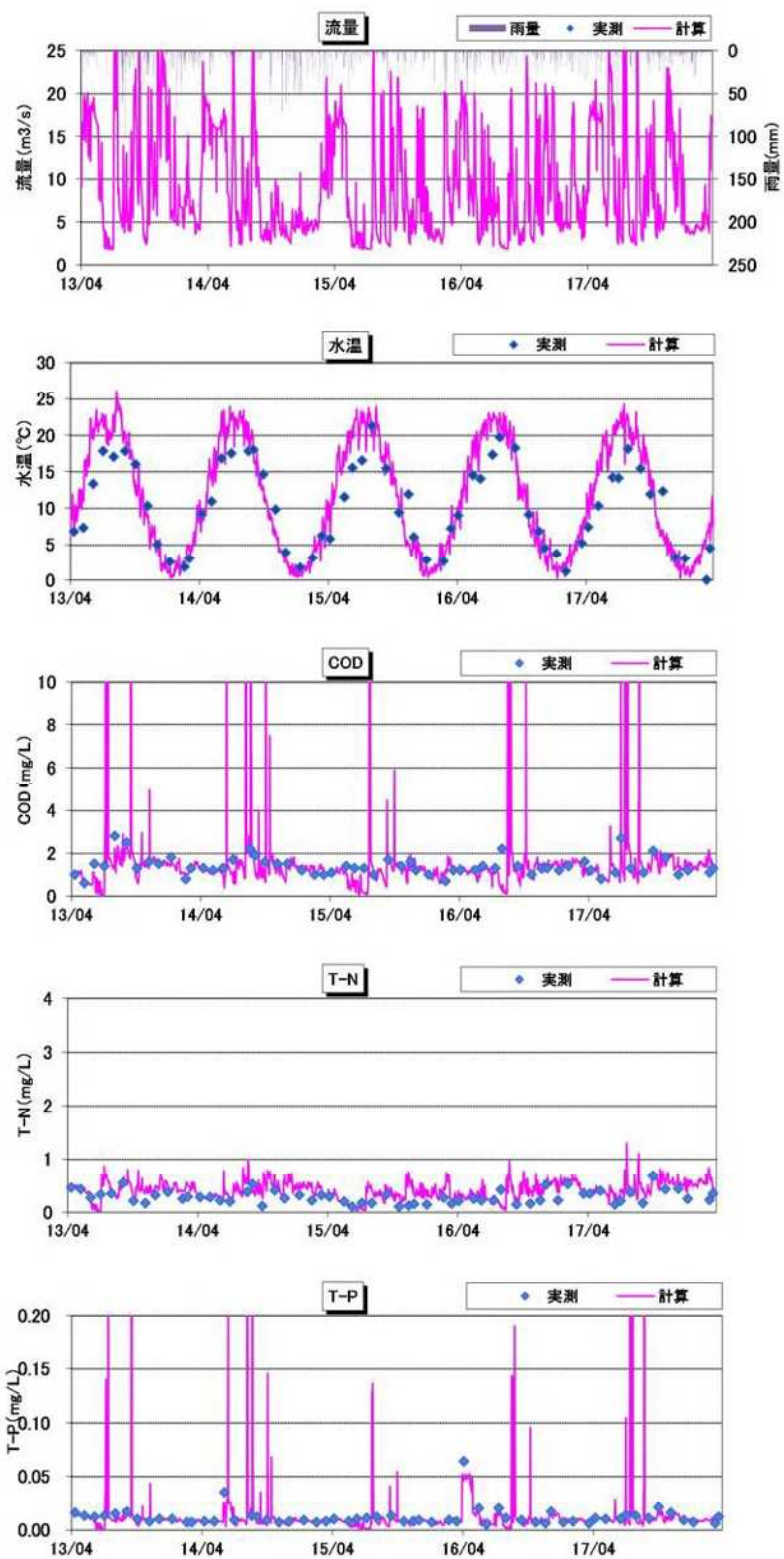


図 3.15 河川流量・水質経時変化図（馬場目川：杉沢発電）

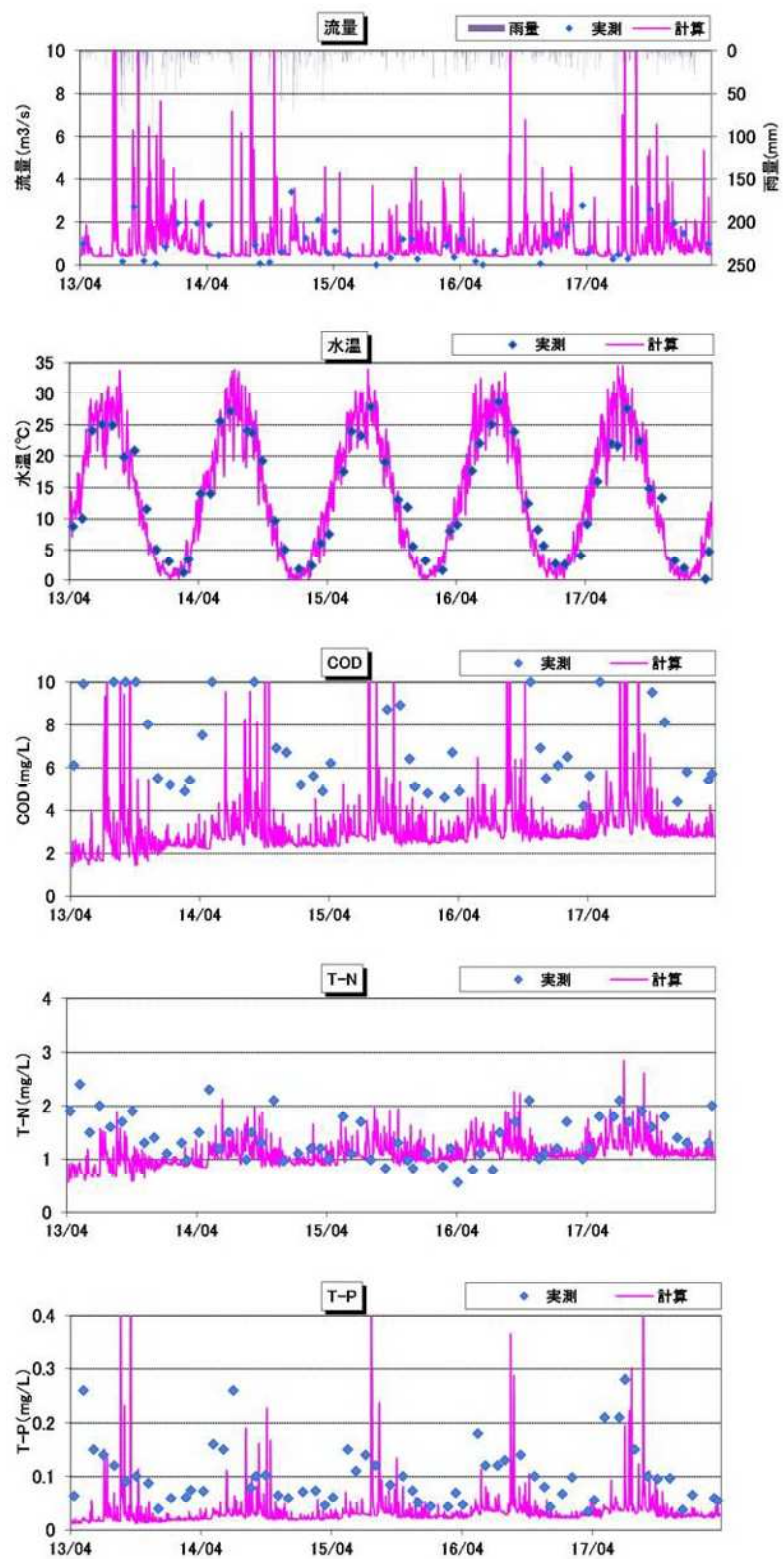


図 3.16 河川流量・水質経時変化図（馬踏川：馬踏川橋）

(3) 降雨時調査結果を用いた再現性の検証（平成 25 年度に実施した結果を再掲）

従前までは降雨時のデータが無かったが、前期計画策定検討時（平成 25 年度）に降雨時調査を実施しており、このデータを用いて、降雨時の検証を行っている。改良前（当時）に比べて、調整を行った結果、濃度上昇の再現性が一定程度向上している。

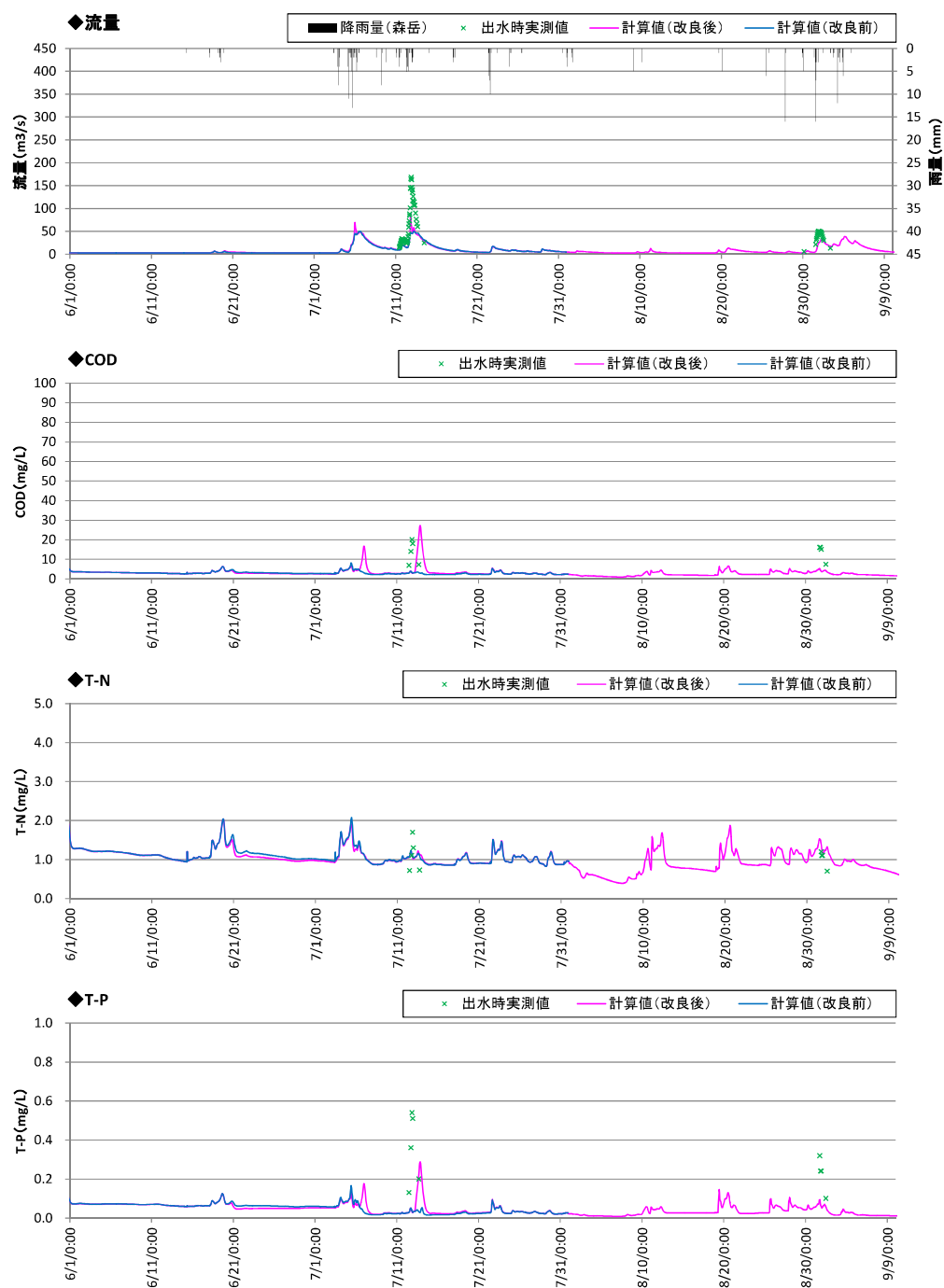


図 3.17 流域モデルの現況再現（H25 降雨時調査結果を用いた検証）（三種川：森岳地点）

※H25 検討時：計算値（改良前）、雨量データの取得上、7 月 31 日までの計算としていた。

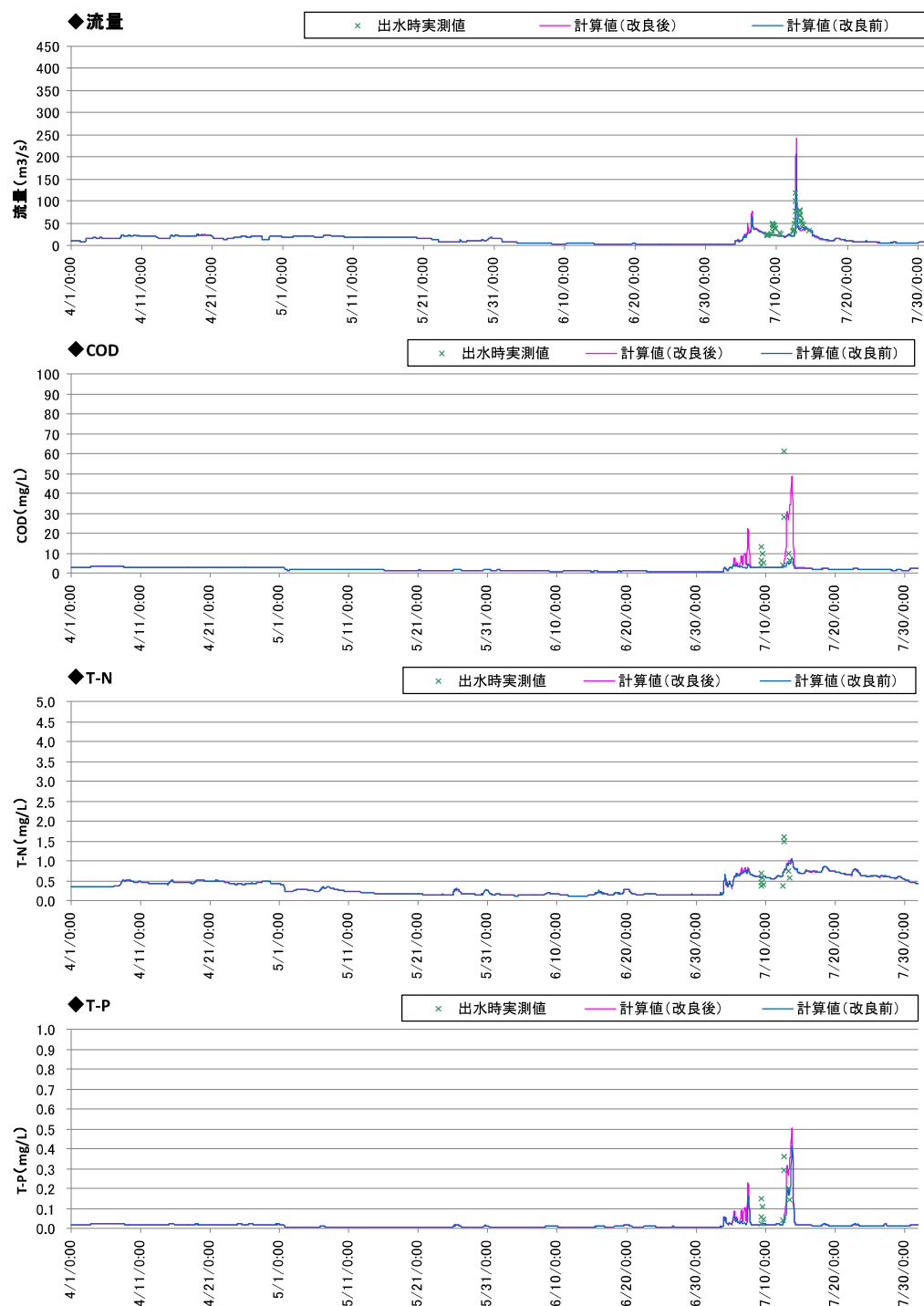


図 3.18 流域モデルの現況再現 (H25 降雨時調査結果を用いた検証) (馬場目川 : 久保地点)

3.3 湖内水質予測モデルでの現況再現

3.3.1 現況再現計算期間

湖内水質予測モデルの構築にあたり、モデルの再現性を検証するための現況再現計算期間としては、流域水物質循環モデル直近での 2013（H25）年度～2017（H29）年度の 5 ヶ年とした。

3.3.2 現況再現結果

(1) 湖水位

流域からの流入量、および取水量や排水機場等のデータを用いて実施した湖水位の再現計算結果を下図に示す。一定の水量調整を行った結果、湖水位の計算値はほぼ実測値と合っており、水位を再現することができていることから、八郎湖の水収支（流出入）は問題ないと考えられる。

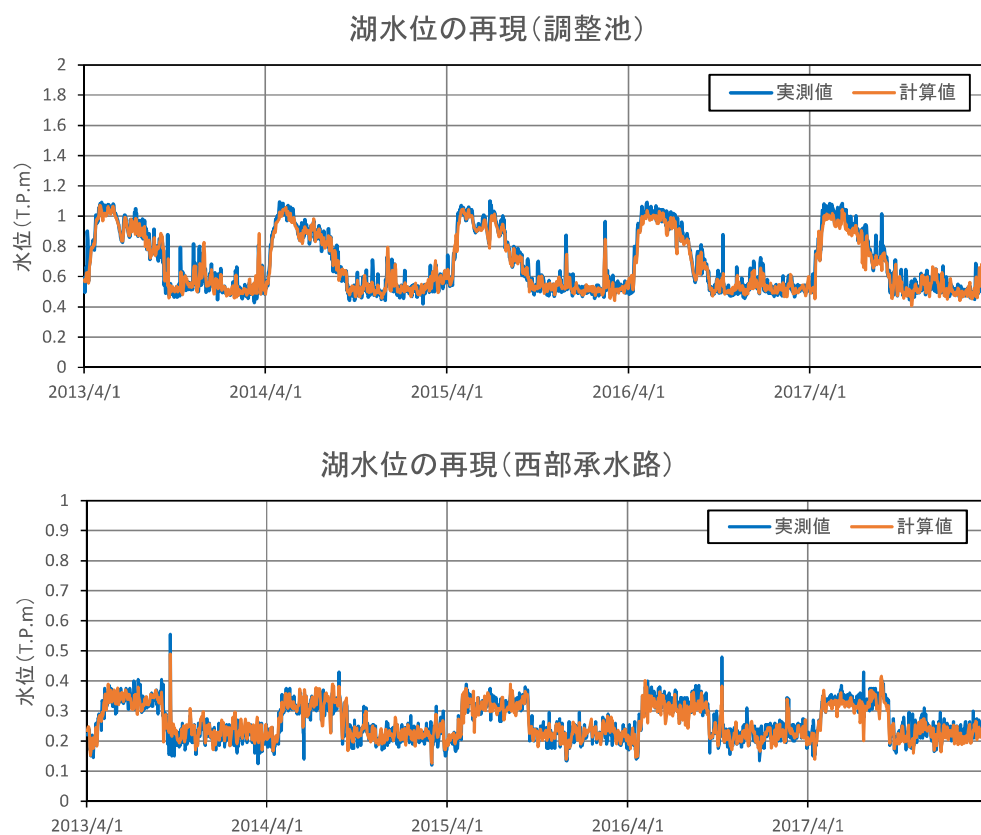


図 3.19 湖水位の再現結果

(2) 湖内流動

湖内流動の再現性確認として、解析結果の流動と、ADCP による流況調査結果を比較した。調査日は無降雨の状況であり風による流れが卓越しやすい状況であったことから、解析結果では風向に応じて吹送流による流況となっている。一方、流況調査結果（次ページ～では、風に応じた流れとは限らない流れ場となっている。これは、解析は 1 時間値として出力しているが、調査は 10 時半～16 時の間において観測したデータであるためと考えられる。このため、解析結果との比較にあたっては、平均値やトータルの通過量にする等の処理を行った項目で比較する必要があると考えられる。

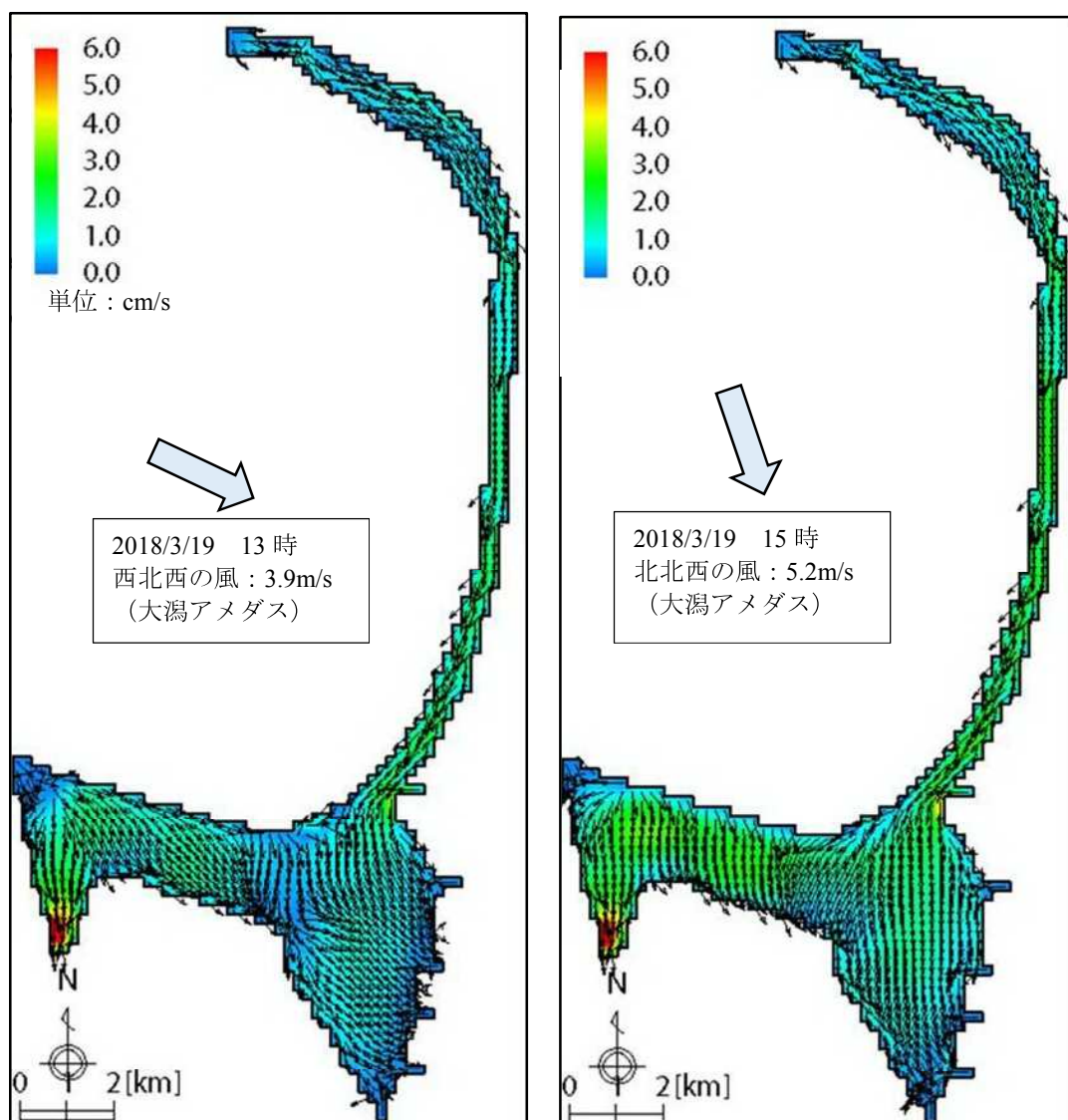


図 3.20 調整池における流動：表層（モデル解析結果：2018/3/19 15 時、16 時）

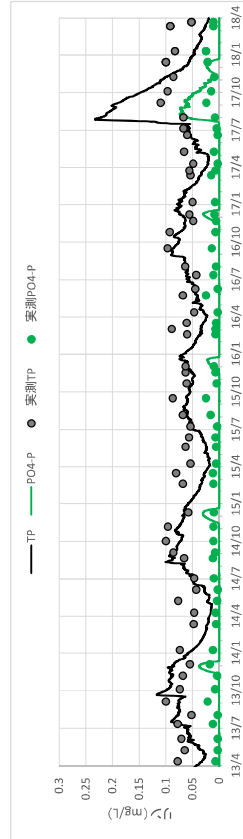
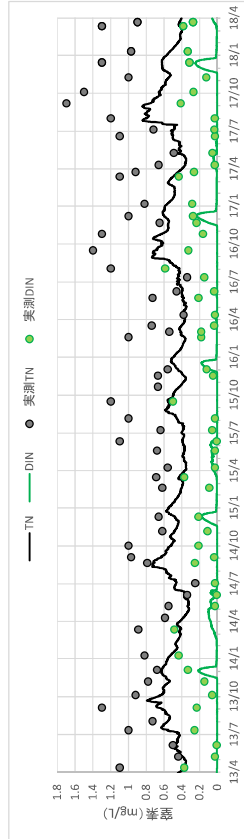
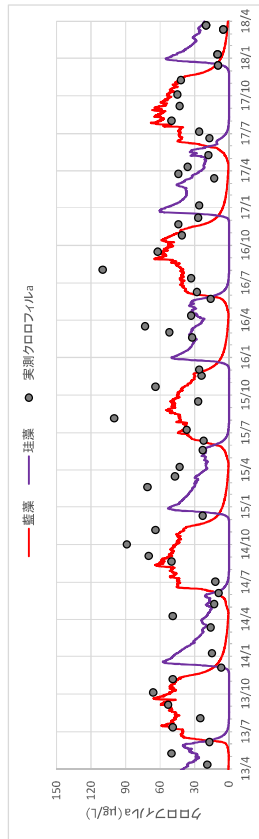
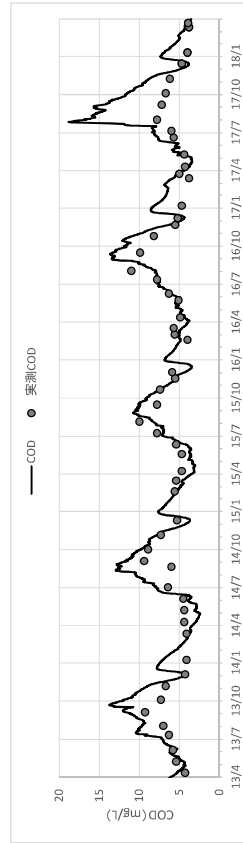
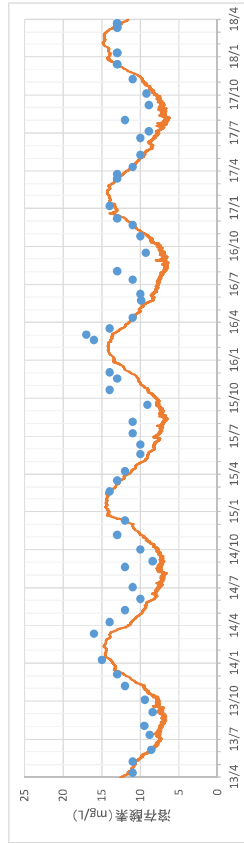
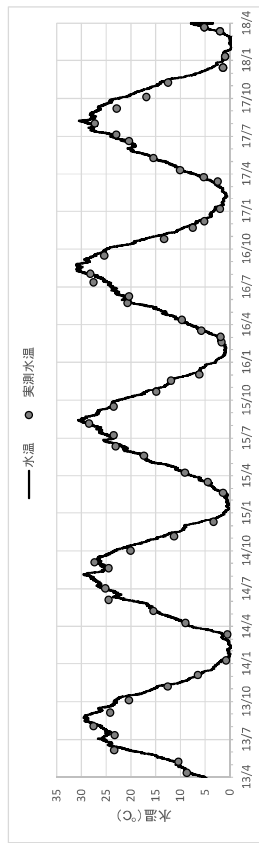
(3) 湖水質

次ページ以降に、湖内水質モデルによる 5 ヶ年での現況再現結果を示す。

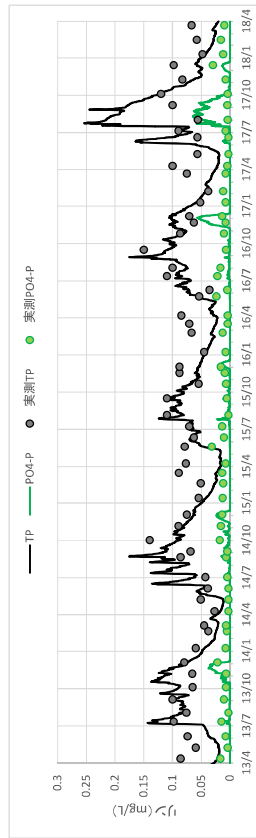
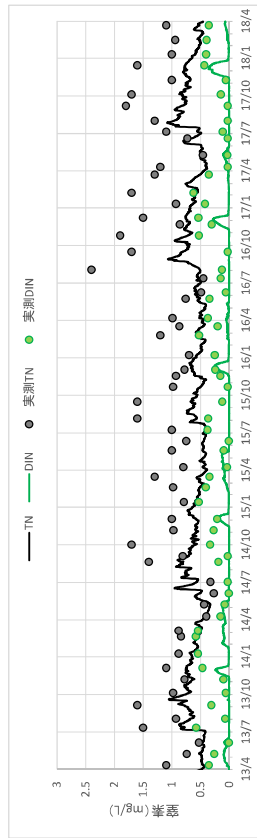
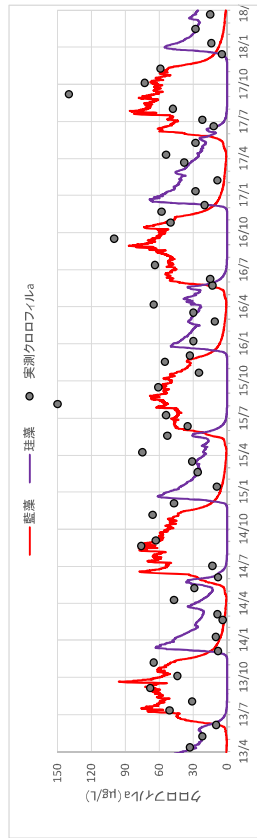
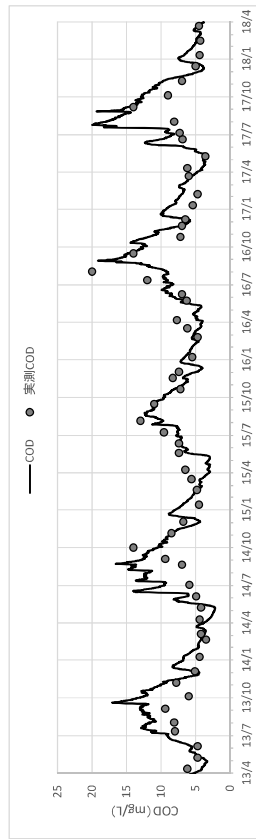
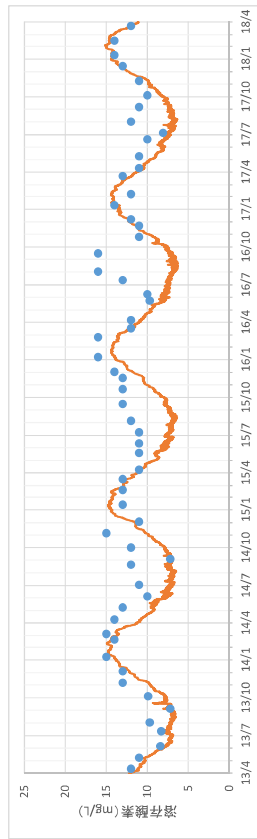
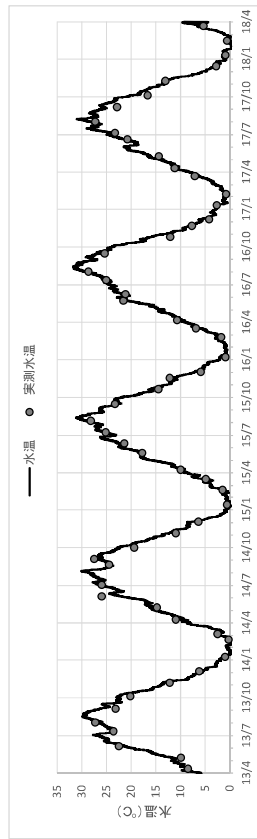
現時点での再現性からは、水温や溶存酸素、植物プランクトンの季節変化など再現できているものの、T-N など実測値と計算値にかい離がある時期があり、課題と認識している。

今後、H31 年度での、H30 年度のデータを追加して再現計算を行うことも含めて、パラメータ調整等を実施して、再現性をさらに向上させる予定である。

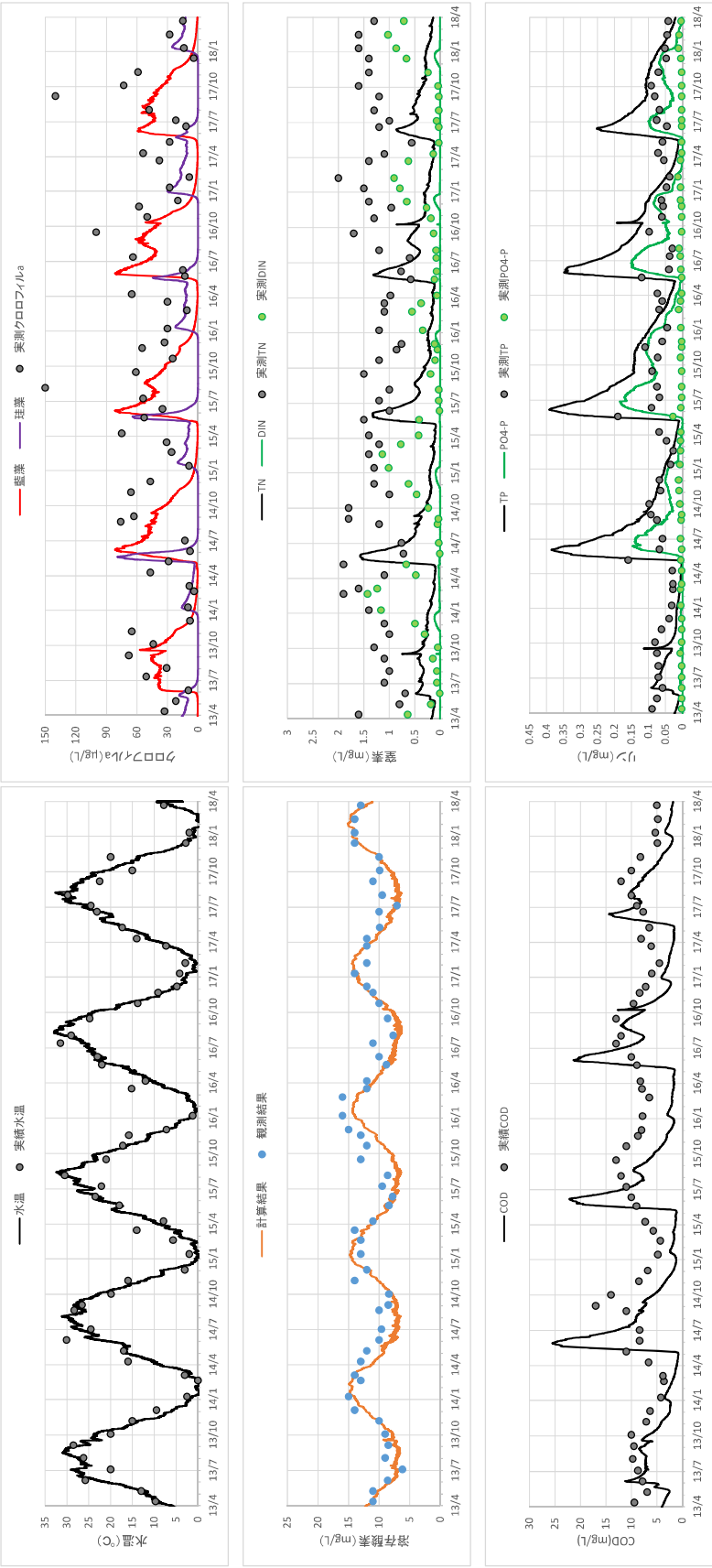
1) 調整池（湖心）



2) 東部承水路 (大潟橋)



3) 西部承水路 (野石橋)



(4) 平均値での再現性の確認

年度平均値での再現性は下図の通りであり、実測値に比べて計算値が、野石橋の T-N が低い傾向にある。また、それに伴い、Chl.a、COD も低い傾向にある。

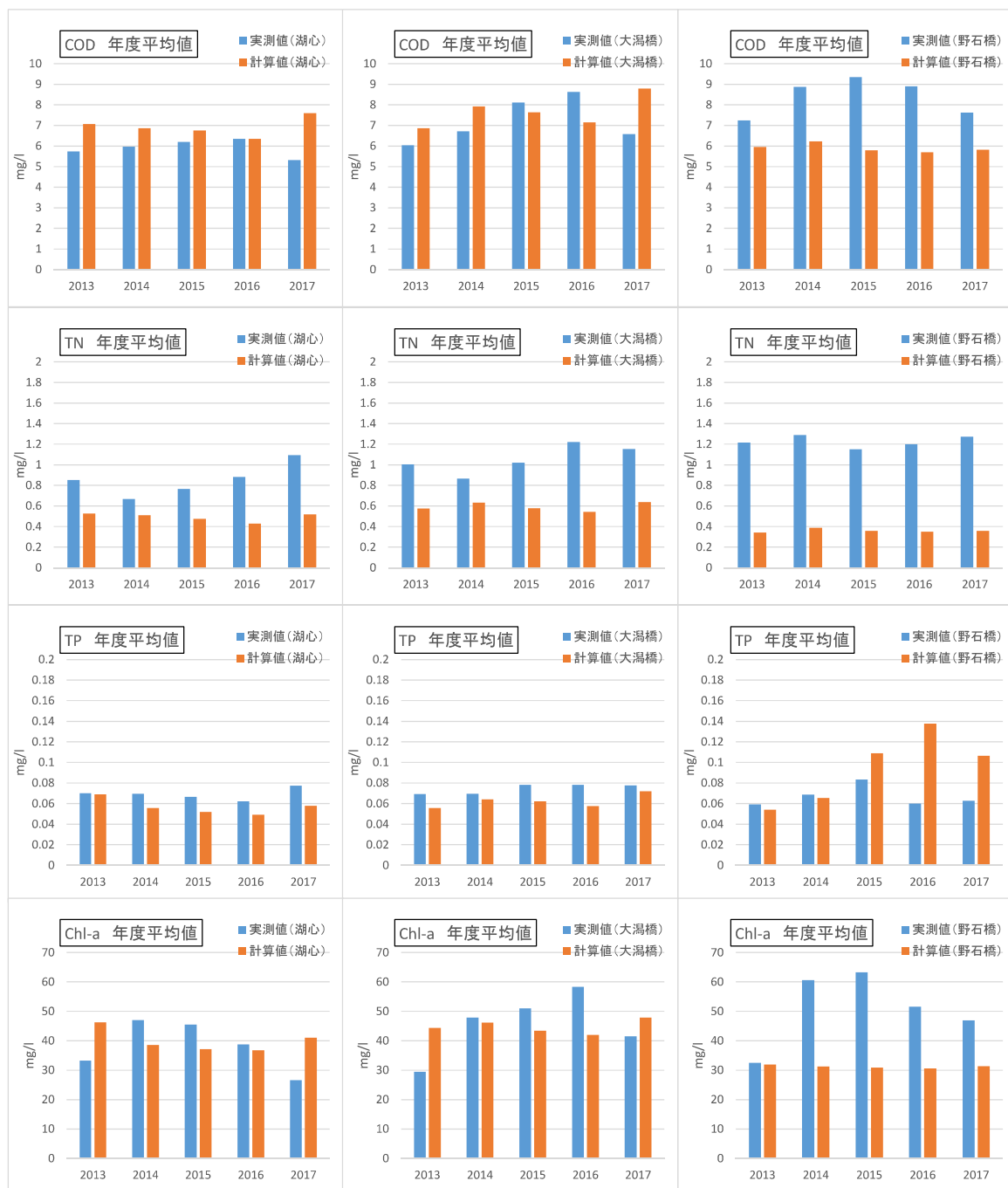


図 3.22 各基準点における年度平均値での現況再現性

3.4 湖内物質収支の整理

八郎湖の水質を形成する仕組みを検討するため、湖内の物質収支を整理した。

次ページに、前項までの湖内水質予測モデルにおける現況再現での解析結果を用いて整理した、「調整池・東部承水路」と「西部承水路」における物質収支を示す。

現時点での物質収支から把握できる、八郎湖水質の特徴（2017 年度）としては、次の通りである。（今後のパラメータ調整の結果、変更になる可能性がある）

- ・ 調整池・東部承水路、および西部承水路ともに、流域からの流入負荷量に比べて植物プランクトン増強による内部生産での炭素量が大きい。
- ・ 窒素については、流入の量に比べて沈降量が比較的大きくなっている。（計算値が低いことに関係している）
- ・ りんについて、年によって変わるが、調整池・東部承水路では、底泥からの溶出による負荷量は、流域からの流入負荷量に比べて 10%程度である。

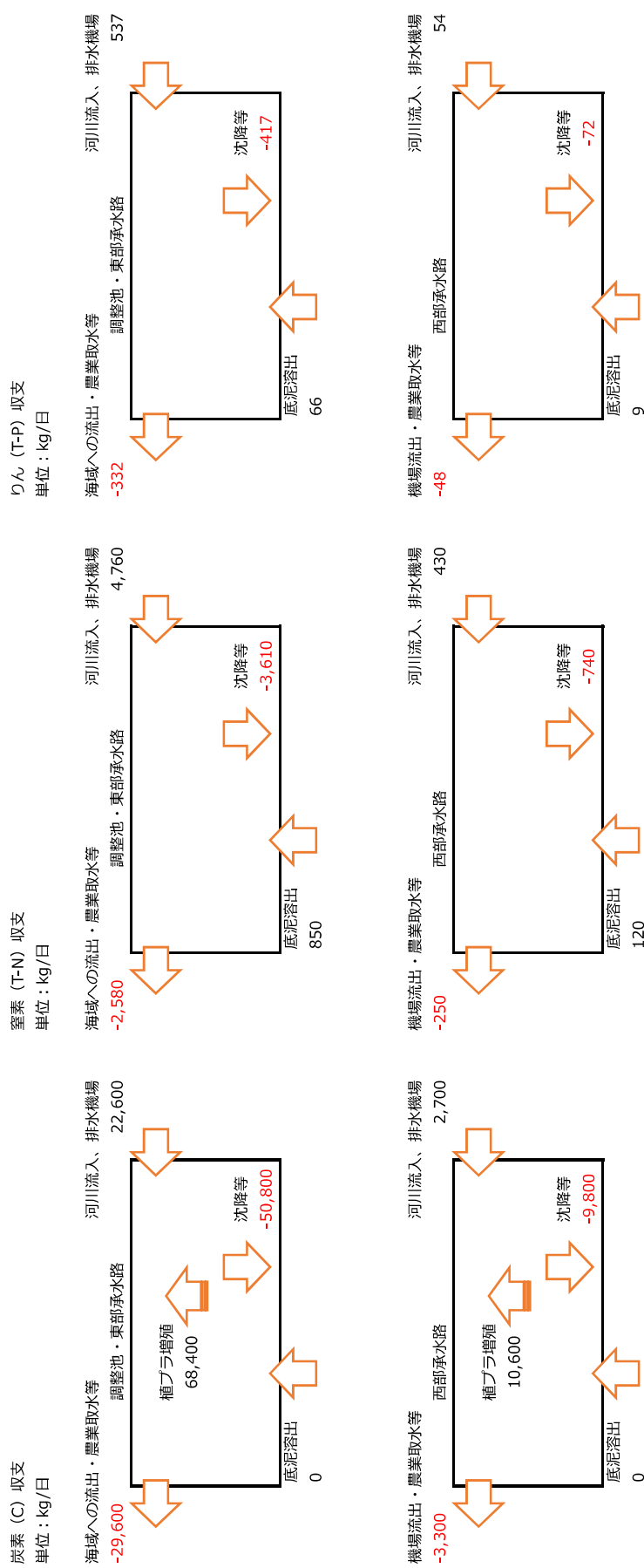


図 3.23 湖内負荷収支 2017 年度 (集計期間の前後で湖水質が異なるため、収支はゼロとならない)
(図中の数字の収支は現時点での結果であり、今後、再現性向上の作業によって、数値は変わる可能性がある)