

前回の指摘事項と対応

○資料 2 第 8 期水質シミュレーションモデルの検討の方向性

箇所	意見	対応
3 頁	5 月及び 6 月の透明度はその年の浮葉植物の生育とどのような関係があるか。	近年の 5 月、6 月の透明度を含めた水質や気象、湖内水位のデータを整理しましたが、水生植物群落のデータを有しておりません。(資料 1 - 2)
3 頁	5 月及び 6 月の透明度に影響する SS 以外の要因とは何か。農業用水路等の浚渫や清掃、通水が行われる時期であり、その影響が大きいのではないか。	第 8 期モデルの透明度、D-COD の再現性を整理しました。(資料 3)
8 - 9 頁	透明度のシミュレーションにおいて D-COD が重要な係数ということであるが、D-COD の再現性はどうか。	
10-12 頁	実際の現象と照らし合わせて、パラメータは幅をもって設定し、算出する予測値はある程度の範囲で示した方が良いのではないか。	予測値について幅を示すことについては、まずは気象条件の違いによる予測値の幅をお示しします。(資料 4)
42 頁	これまでの計画の評価、という観点では気象の影響を把握する必要がある。	第 7 期モデルを用いて対策の効果及び気象条件の影響を分析しました。(資料 2)
42 頁	気象条件の影響が大きいという結果が出た場合、そのあとどのように対応する考えか。	第 7 期における気象条件の影響の程度を踏まえ、第 8 期計画における水質目標値の設定方法(案)について検討しました。(資料 4)

○資料 3 - 2 第 8 期計画の骨子について

※ 資料 5にまとめて記載。

透明度と水生植物群落の生育の関係について

児島湖の湖岸にはかつて大型の水生植物群落(ヨシ、ヒシ、ヒメガマ)がみられていたが、近年はその面積が小さくなっているといわれている。

ヒシなどが発芽して水面に葉を展開する時期(5月~6月)のA地点の水質、気象条件(気温、日照時間)、児島湖内(七区5号樋門位置)の水位変動の状況を表1、図2に整理した。

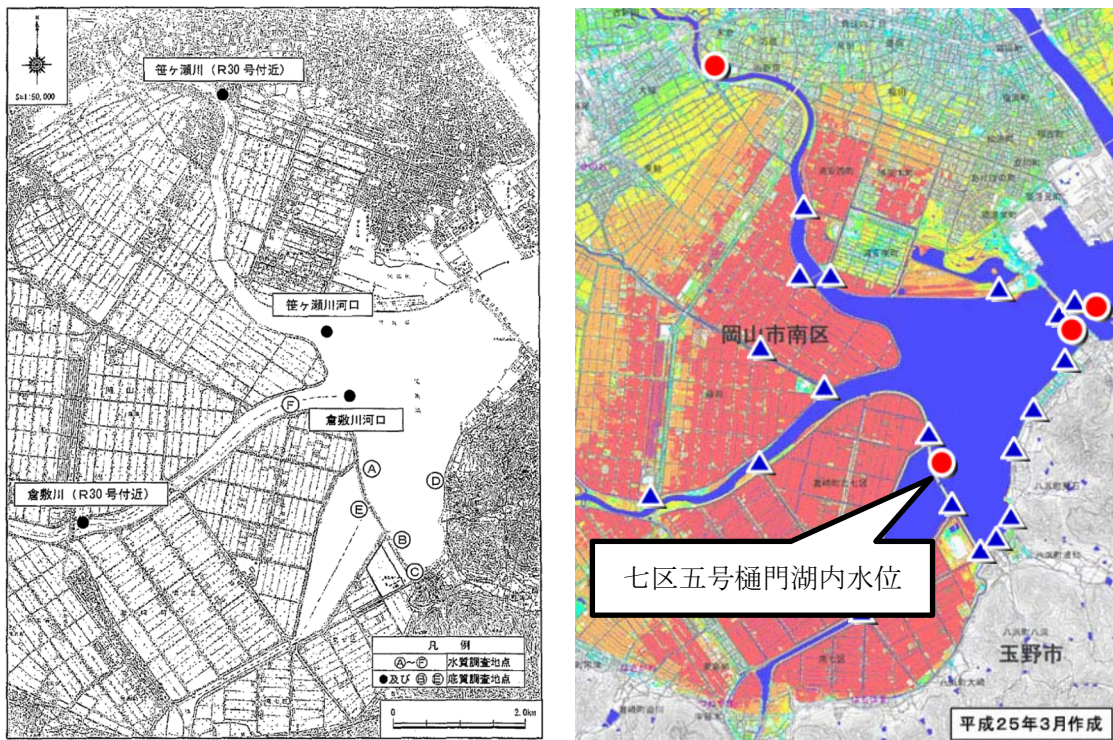


図 1 児島湖の水質調査地点および水位観測地点

出典) 単県 流域下水道工事水質調査業務 処理水放流に伴う影響調査業務委託 報告書
 児島湖周辺現況標高図 岡山県 HP (http://www.kojimakoinfo.pref.okayama.jp/map/flood_elev_map.html)

表 1 5月～6月の水質、気象条件、児島湖内水位

	A地点の水質（5月、6月の平均値）								気象		七区5号樋門位置湖内水位(A.P.m)					【参考】湖心 (5月、6月の平均値)	
	水深	水温	透明度	SS	表層DO	底層DO	D-COD	クロロフィルa	気温	日照時間	平均値	中央値	25%値	75%値	四分位範囲	透明度	SS
	m	°C	m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	°C	時間	m	m	m	m	m	m	mg/L
平成22年度	1.55	20.9	0.65	24.5	9.8	8.6	6.6	70	21.5	375.7						0.65	16.5
平成23年度	1.4	19.15	0.5	22	6.5	6.45	8	43	21.9	288.2	0.81	0.79	0.58	0.99	0.41	0.45	21.5
平成24年度	0.9	22.6	0.4	24.5	8.7	8.55	4.2	70	21.2	325.1	0.81	0.79	0.6	0.97	0.37	0.55	21.5
平成25年度	1.1	21.5	0.4	36.5	9.25	8.95	5	99	22.1	404.6	0.84	0.82	0.68	0.97	0.29	0.65	20
平成26年度	1.85	19.2	0.4	35	8.25	7.55	5	68	21.8	404.2	0.84	0.86	0.7	0.95	0.25	0.6	35.5
平成27年度	1.4	22.1	0.4	33	7.2	7.7	3.8	63	21.5	389.9	0.84	0.85	0.65	0.98	0.33	0.55	26.5
平成28年度	1.85	24.85	0.4	31.5	8.5	8.4	4.8	43	21.4	360.2	0.93	0.9	0.74	1.08	0.34	0.5	28
平成29年度	1.65	19	0.35	36	8	7.2	4.6	84	21.2	441.4	0.79	0.81	0.64	0.91	0.27	0.6	24
平成30年度	1.55	23.1	0.25	40.5	7.15	7.05	4.4	59	21.1	368.1	0.85	0.88	0.69	0.98	0.29	0.7	21.5
令和元年度	1.55	23.1	0.25	40.5	7.15	7.05	4.4	59	21.6	457.1	0.84	0.85	0.6675	0.98	0.31	0.7	22.5
令和2年度	1.45	19.15	0.35	34	10.35	9.65	3.6	120	22.1	390	0.89	0.88	0.69	1.05	0.36	0.5	18

出典)

A地点の水質データ：単県 流域下水道工事水質調査業務 処理水放流に伴う影響調査業務委託 報告書

気象データ：岡山地方气象台における日平均気温の5月、6月の月平均値の平均値、5月、6月の日照時間の合計値

七区5号樋門位置湖内水位：岡山県の1時間ごとの観測データ(平成23年度以降のみ)

湖心の透明度、SS：公共用水域における常時監視結果

注：A地点の採水日と湖心の採水日は一致していない。

平成 22 年度から令和 2 年度にかけて A 地点の 5～6 月の水深は 0.9～1.85m となっていた。その他の項目については以下の傾向が認められる。

- ・透明度は経年的に低下し、SS 濃度は上昇する傾向が認められる。
- ・平成 23 年度、24 年度は日照時間が他の年度と比べてやや短かった。
- ・1 時間ごとの湖内水位の観測値（単位：A. P. +m）はわずかではあるが長期的に上昇している。水位の四分位範囲（25%値から 75%値の範囲）については大きな変化はない。
- ・水生植物群落の面積減少については、①透明度が低下して水生植物の生育が不良になったという仮説、或いは②水深が少し深くなることにより水生植物の生育に影響が生じて群落が消滅し、群落内での SS 沈降能力が低下したために SS 濃度の上昇、透明度の低下が生じた、という仮説も考えられる。しかし、水生植物群落の定量的な観測データがないため、現時点では原因は不明である。

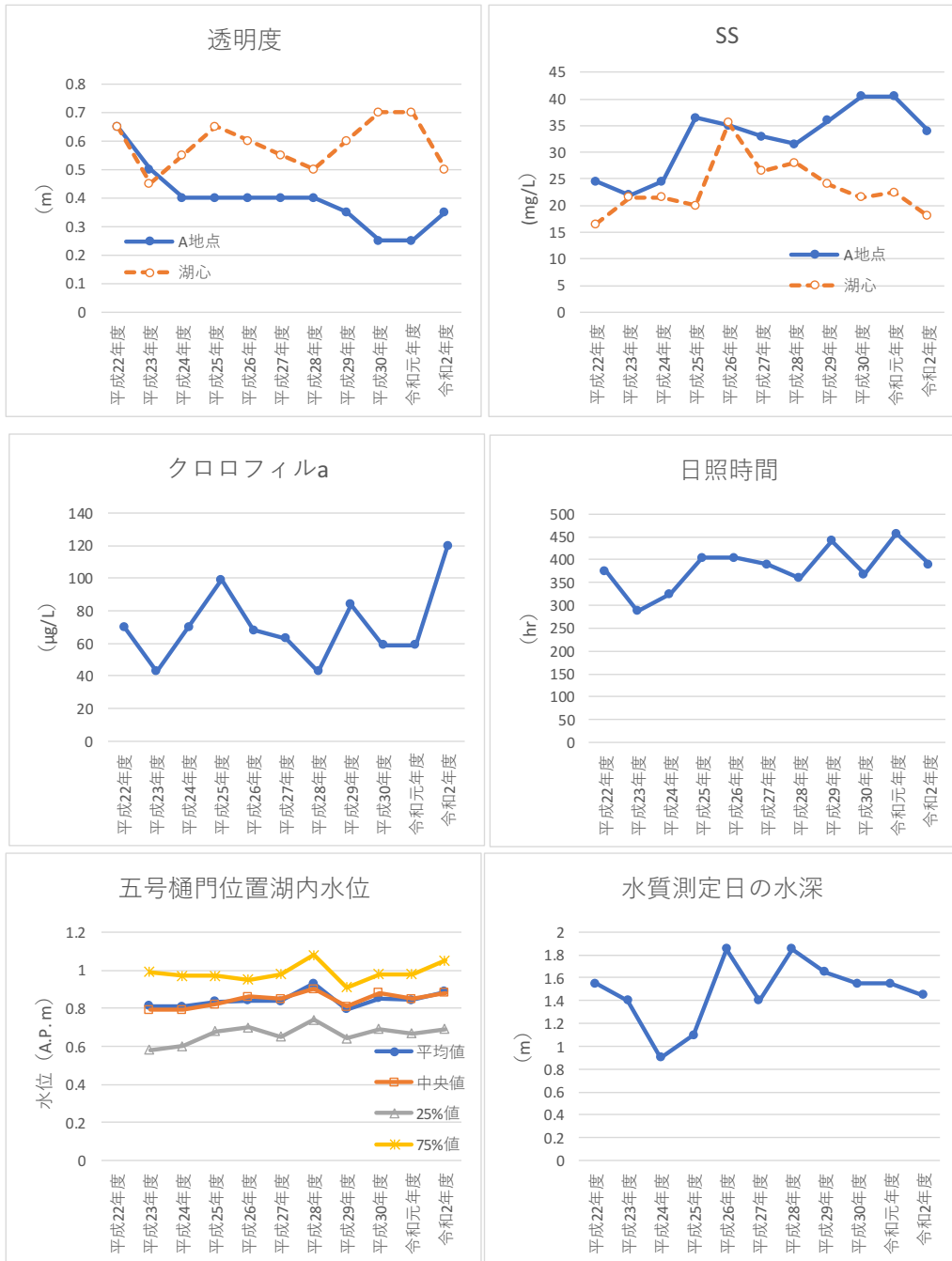


図 2 5月～6月のA地点水質と気象条件、湖内水位

出典) A地点の水質データ：単県 流域下水道工事水質調査業務 処理水放流に伴う影響調査業務委託報告書

気象データ：岡山地方気象台における日平均気温の5月、6月の月平均値の平均値、5月、6月の日照時間の合計値

七区5号樋門位置湖内水位：岡山県の1時間ごとの観測データ(平成23年度以降のみ)

湖心の透明度、SS：公共用水域における常時監視結果

注：A地点の採水日と湖心の採水日は一致していない。

資料 2

令和 3 年 7 月 6 日

第 8 期児島湖水質保全計画策定検討会 第 4 回会議 会議資料

第 7 期湖沼水質保全計画の評価（素案）

第7期湖沼水質保全計画の評価（素案）

目次

I はじめに	1
II 対策の実施状況	2
1 湖沼の水質保全に資する事業	2
(1) 下水道、農業集落排水施設、合併処理浄化槽等の整備	2
(2) 湖沼等の浄化対策	3
2 水質保全のための規制その他の措置	6
(1) 工場・事業場排水対策	6
(2) 生活排水対策	6
(3) 畜産業に係る汚濁負荷対策	6
(4) 流出水対策	6
(5) 環境用水の導水	7
(6) 緑地の保全その他環境の保護・回復	7
3 その他の水質保全のために必要な措置	7
(1) 公共用水域の監視	7
(2) 調査研究の推進等	8
(3) 県民との連携による環境保全活動の推進	9
(4) 環境学習の推進	10
(5) 計画の進捗管理	10
4 流出水対策推進計画の実施状況	11
(1) 流出水対策推進計画の概要	11
(2) 流出水対策地区における対策の実施状況	12
(3) 農地対策の普及状況	13
III 汚濁負荷量の削減状況	16
1 フレームの推移	16
2 排出汚濁負荷量の推移	17
IV 水質の改善状況	20
1 水質の測定地点	20
2 湖内水質の改善状況	21
(1) 化学的酸素要求量 (COD)	21
(2) 全窒素 (T-N)・全リン (T-P)	23
(3) 透明度	24
(4) まとめ	25
3 流入河川の水質	26
(1) 笹ヶ瀬川水域	26

(2) 倉敷川水域	28
4 流出水対策地区の水質	30
(1) 水質測定状況	30
(2) 水質調査結果	31
(3) 水量・負荷量収支	34
(4) 土壌診断結果	37
V 第7期における対策効果の検証	39
1 第7期計画における水質目標値の設定根拠	39
(1) 考慮した対策	39
(2) 目標値の設定方法	40
2 第7期モデルを用いた対策効果の検証	41
(1) 検討ケースの設定	41
(2) 水質計算結果	42
(3) 気象条件の違いが児島湖水質に及ぼす影響の検討	44
3 まとめ	50
VI 第7期計画の評価（素案）	51

I はじめに

児島湖の更なる水質保全を推進するため、第8期湖沼水質保全計画（以下「第8期計画」という。）を策定するにあたっては、第7期湖沼水質保全計画（以下「第7期計画」という。）を評価した上で課題を抽出し、第8期計画の策定に反映させる必要がある。

そこで、令和2年度末までの状況を踏まえて、1）計画どおり対策を実施し、汚濁負荷量が削減できたか、2）水質が計画どおり改善されたか、の観点から第7期計画の評価を実施した。第7期計画の評価手順は以下のとおりである。

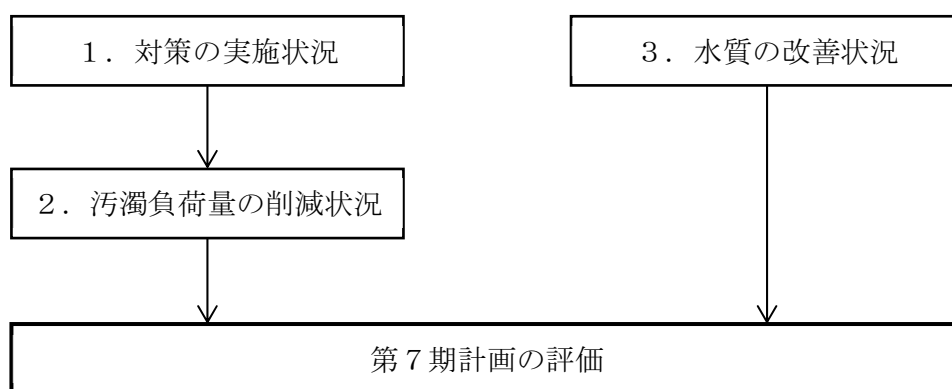


図 I-1 第7期計画の評価手順

II 対策の実施状況

1 湖沼の水質保全に資する事業

(1) 下水道、農業集落排水施設、合併処理浄化槽等の整備

・下水道の整備

計画整備人口 22.0 千人に対し、10.7 千人を対象に整備を行った。下水道普及率は目標 74.6%に対して 73.0%の実績となった。

なお、岡山市単独公共下水道（流通団地処理区）については、令和元年度末に廃止され、児島湖流域下水道に接続された。

〈計画整備人口〉

実施主体	計画事業量	事業実績量	進捗率
県・流域市町	22.0 千人	10.7 千人	48.8%

〈下水道普及率〉

	計画見込量	事業実績量
普及率	74.6%	73.0%
処理人口	507 千人	495.8 千人
流域人口	679 千人	679 千人

・農業集落排水施設の整備

農業集落排水施設については、新規での施設整備が計画されていなかった。

・合併処理浄化槽等の整備

計画事業量 5,360 基に対し 3,910 基の整備となった。

実施主体	計画事業量	事業実績量	進捗率
流域市町	5,360 基	3,910 基	72.9%

なお、岡山市の一宮浄化センターは、令和元年6月に処理水の放流先を河川から児島湖流域下水道に切り替えており、公共用水域への直接放流はなくなった。

(2) 湖沼等の浄化対策

・ヨシ原の適正な管理

ヨシ原の管理については、計画事業量 150,000 m²であったが、165,570 m²の湖岸のヨシを刈り取り、計画を大きく上回った。

実施主体	計画事業量	事業実績量	進捗率
県	150,000 m ²	165,570 m ²	110.4%

・農業用水の再利用

計画事業量平均 600 千m³/日に対し、平均 620 千m³/日となり、計画を上回った。

実施主体	計画事業量	事業実績量	進捗率
県・岡山市・ 倉敷市・総社市	600 千m ³ /日 (5年間平均)	620 千m ³ /日 (5年間平均)	—

・流入河川等のしゅんせつ

計画事業量 20,000 m³に対し、60,213 m³のしゅんせつを実施し、計画を大きく上回った。

実施主体	計画事業量	事業実績量	進捗率
県	20,000 m ³	60,213 m ³	301.2%

計画事業量 12,120 m³に対し、14,056 m³のしゅんせつを行い、計画を上回った。

実施主体	計画事業量	事業実績量	進捗率
流城市町	12,120 m ³	14,056 m ³	116.0%

・ **多自然型川づくり等の推進**

河川や用排水路の護岸改修に当たっては、多自然型川づくりを行うなど、自然の水質浄化機能の回復、活用に努めており、指定地域内の7河川の必要な箇所において河川改修を進めた。

・ **流入河川等における水生植物の適正な管理**

児島湖や流入河川、用排水路において、過剰に繁茂した水生植物、既存の水利施設の障害となる水生植物、切れ藻等の除去を行った。

湖内では3,526 m³、流入河川では2,554 m³、用排水路では22,263 m³の水生植物等を除去した。

第7期計画の主要事業の実施状況は以下のとおりである。下水道の整備、合併処理浄化槽の整備については目標を下回ったが、その他の対策については計画値を上回る事業量を実施することができた。

表 II-1 児島湖に係る第7期湖沼水質保全計画の主要事業の実施状況

主要事業	実施主体	第7期計画（平成28～令和2年度）							進捗率 ⑥/⑤
		計画事業量 ④	事業実績					合計⑥	
			平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度		
下水道等の整備	下水道の整備	処理人口 22千人増 目標:507千人 現状:485千人	4.4千人増 489.5千人	3.4千人増 492.9千人	0.8千人増 493.7千人	1.4千人増 495.1千人	0.7千人増 495.8千人	10.7千人増 495.8千人	48.8%
	農業集落排水施設の整備	新規整備 予定なし	—	—	—	—	—	—	—
	合併処理浄化槽の整備	5,360基	877基	752基	788基	763基	730基	3,910基	72.9%
	し尿処理施設の整備	1施設（改修） 1施設（更新）	一部施設更新	一部施設更新	一部施設更新	一部施設更新	一部施設更新	—	—
湖沼・流入河川等の浄化対策	ヨシ原管理	150,000㎡	31,890㎡	38,060㎡	31,490㎡	30,050㎡	34,080㎡	165,570㎡	110.4%
	農業用水の再利用	600千㎡/日 （5年間平均）	619千㎡/日	622千㎡/日	610千㎡/日	641千㎡/日	608千㎡/日	620千㎡/日	—
	流入河川のしゅんせつ	20,000㎡	3,749㎡	2,832㎡	2,899㎡	32,989㎡	17,762㎡	60,231㎡	301.2%
	用排水路のしゅんせつ	12,120㎡	2,226㎡	3,479㎡	3,336㎡	2,834㎡	2,181㎡	14,056㎡	116.0%
	湖内の水生植物除去	—	115㎡	1,776㎡	1,083㎡	332㎡	220㎡	3,526㎡	—
	流入河川の水生植物除去	—	1,200㎡	720㎡	0㎡	634㎡	0㎡	2,554㎡	—
	用排水路の水生植物除去	—	5,348㎡	4,583㎡	6,497㎡	4,860㎡	975㎡	22,263㎡	—
多自然川づくり	県、市町	河川の整備 7箇所	7箇所 （整備中）	7箇所 （整備中）	7箇所 （整備中）	7箇所 （整備中）	7箇所 （整備中）	—	—

2 水質保全のための規制その他の措置

(1) 工場・事業場排水対策

水質汚濁防止法、瀬戸内海環境保全特別措置法、湖沼水質保全特別措置法、岡山県環境への負荷の低減に関する条例に基づく排水基準や総量規制基準を遵守させるため、立入検査等により監視・指導を行った。また、市町と連携を図りながら、違法行為に対する指導・取締りを行った。

(2) 生活排水対策

水質汚濁防止法により一部が生活排水対策重点地域に指定されている岡山市、倉敷市、玉野市及び総社市では、合併処理浄化槽の整備を推進するとともに、下水道への接続促進の啓発を行ったほか、単独処理浄化槽の撤去及び単独転換に係る宅内配管工事に対する補助制度の周知に努め、合併処理浄化槽への転換促進を図った。目標 250 基に対し、実績 542 基が転換され目標を大きく上回った。

対 策	目 標 (H28～R 2)	実 績 (H28～R 2)	進 捗 率
合併処理浄化槽への 転換促進	250 基	542 基	216.8%

また、児島湖の水質汚濁の要因として、生活排水の占める割合が大きいことから、マスメディアの積極的な活用、普及啓発資材の作成・配布等により生活排水対策について県民に広く普及啓発を行った。

(3) 畜産業に係る汚濁負荷対策

「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」に基づく家畜排せつ物の管理の方法に関する基準に沿った排せつ物の管理がされるよう、巡回指導し、必要に応じ指導、助言等を行った。

(4) 流出水対策

「岡山県持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する指針」に基づき、有機物の適切な農地還元等による土づくり、化学肥料低減技術の普及、適切な水・畦畔管理技術の普及を図った。

また、土壌のリン酸含有量に応じた施肥量の削減を推進するため、流域内の農地の土壌診断結果から土壌マップを作成し、チラシに掲載するなど、L字型肥料への転換促進を図った。児島湖流域の水稻栽培でのL字型肥料の普及面積率は73%まで拡大している。

対 策	目 標	実績	進捗率
土壌のリン酸含有量 に応じた施肥量の削減	(児島湖流域の水稲栽培での L字型肥料の普及面積率) 60%→80%	73%	65%

・都市地域対策

道路路面、道路側溝等の清掃を行った。計画事業量 4,029km/年に対し、4,153km/年の清掃を行い、目標を達成した。

対 策	目 標 (H28～R2)	実績 (H28～R2)	進捗率
道路路面の清掃 (国道、県道、市町道)	4,029km/年	4,153km/年	103.1%

・流出水対策地区の指定及び重点的な対策

岡山市南区北七区地区を流出水対策地区に指定し、流出水対策推進計画により対策を実施した。詳細は、4(2)流出水対策地区における対策の実施状況に記載する。

(5) 環境用水の導水

非かんがい期において、社会実験として旭川の豊水時に農業用水路を經由して児島湖へ導水する環境用水について、効果と影響を検証しつつ導水を目指し関係機関との協議を進めており、実現に至っていない。

(6) 緑地の保全その他環境の保護・回復

児島湖流域の住民及び企業等の団体が、県と流域市町の支援のもとに、児島湖流域(湖畔、道路、河川)の清掃美化等の活動を行った。児島湖畔環境保全アダプト推進事業では、令和2年3月末時点で19団体、1,602人が湖畔で清掃活動等を行い、おかやまアダプト推進事業(道路、河川)により、児島湖流域でも環境美化活動を実施した。

3 その他の水質保全のために必要な措置

(1) 公共用水域の監視

・公共用水域の水質測定

児島湖内4地点、流入河川11地点において、定期的に水質測定を実施した。また、小規模な河川、農業用水路等の水質検査についても実施した。

・県民参加による監視等

令和元年度から、児童・生徒らを対象として、児島湖の水環境を視覚や嗅覚などの五感によって総合的に評価する人の五感による水質評価を実施した。令和元年度には、171人が調査に参加した。

(2) 調査研究の推進等

児島湖の調査研究を効率的かつ効果的に実施することを目的に、平成24年度に「児島湖の共同研究に関する検討会」を設置し、効果的な調査方法や役割分担について検討するとともに、定期的に結果の評価を行った。なお、具体的に実施した研究については次のとおりである。

・水質汚濁メカニズムの解明等

児島湖に流入する河川のうち、倉敷川においては水質の改善が低調であることから、倉敷川流域における汚濁負荷量に状況を詳細に調査し、中・下流域の小河川（妹尾川、丙川）及び2排水機場からの汚濁負荷量が多いことが明らかとなった。また、発生源別の汚濁負荷量を推計したところ、COD やりんは農地、窒素は生活排水の影響が大きいとの結果を得た。

流出水対策地区の水質及び汚濁負荷量調査を行い、負荷量データを元にモデル化した。負荷量は夏期に高く冬期に低い（春期及び秋期はその中間）傾向にあり、長期的変動が小さいことが明らかとなった。

・新たな水質指標に係る調査

新たに環境基準として設定された底層溶存酸素量（底層DO）について、今後の類型指定の検討に向けた現況把握のため、湖内4地点で年12回測定したところ、いずれの地点でも生物1類型（4.0mg/L）を達成していた。

・水生生物の有効活用等に係る研究の推進

淡水真珠の養殖による持続的な湖沼水質の透明度改善手法に係る調査研究では、母貝候補種として、カラスガイ、ドブガイ、イシガイ及びマツカサガイを選定したが、カラスガイ及びドブガイは児島湖での生息数が少なく、イシガイ及びマツカサガイはサイズが小さすぎて母貝としての利用は困難であることが判明した。また、イシガイ及びマツカサガイを用いたフィールド実験により、砂を用いた懸垂型で高い生残率を維持し、濁度及びCODの水質浄化に効果的であることが認められた。

微生物燃料電池（SMFC）を利用した持続的な底質環境改善技術に係る調査研究では、フィールド実験に向け、SMFC装置のりん溶出抑制効果及び発電性能の高い底質条件等の検討を行い、カーボンフェルト電極及び酸化鉄（Ⅲ）底質混和剤による

改善を示した。また、底質にバイオ炭やナノバイオ炭を混和することで、Eh 低下抑制効果が得られ、FeOOH を混和することで、SMFC なしでもりん溶出効果が得られた。

水生植物による水質浄化実験を行い、透明度の高い隔離水界では周辺の水域と比較して節足動物が増加することが明らかとなった。

水生植物帯の分布状況調査を行い、湖内の一部（特殊環境である可能性が高い）でセキショウモの通年生息を確認し、冬季の周辺用水路調査でオオカナダモの生息を確認した。

生物（テナガエビ）の力による水質浄化事業では、児島湖に貝殻基質魚礁を設置することにより、継続して魚礁内に高密度でテナガエビが生息することを確認し、抱卵個体及び稚エビが増加したことから、繁殖の場として機能していることが示唆された。

生物（二枚貝）の力による水質浄化事業では、児島湖の約 40%は二枚貝の生息に適さない底質環境であると推定された。一方、垂下式によりマシジミを養殖したところ、高い生残率を維持し、基質（砂）に多数の稚貝が見られるなど、増殖に資することが示唆され、ケアシエルを用いた採苗実験では、マシジミが採苗された。

（3）県民との連携による環境保全活動の推進

・推進体制の拡充

昭和 61 年、児島湖浄化対策推進協議会（平成 3 年、児島湖流域環境保全対策推進協議会に改組）を設置し、児島湖流域の環境保全していくための普及啓発活動を中心とする様々な活動を展開し、行政機関及び民間団体のネットワーク拡充に努めた。

・県民参加の促進

9 月から 11 月を「児島湖流域環境保全推進期間」と定め、県、国、流域市町、民間団体等が一体となり、流域住民の協力のもとに県民運動として、児島湖流域清掃大作戦や児島湖ポスター・パネル展などの各種行事を実施した。

児島湖流域清掃大作戦では、ファジアーノ岡山との連携企画や児島湖クイズをネット配信するなど、幅広い層に児島湖の環境保全を呼び掛けた。

・積極的な情報発信

公共用水域の水質測定結果については、ホームページ等へ掲載するとともに、その結果を各種対策の進捗状況と比較し評価を行った。

・普及啓発活動の推進

児島湖の水質保全対策を推進するにあたり、地域住民の生活排水対策等に関する

理解と協力が不可欠であることから、「育てよう！美しい児島湖」などの各種パンフレットやホームページ、マスメディアを利用した広報等を推進した。

また、児島湖の見た目やイメージの改善を目指し、「児島湖ブルーの復活とPR事業」として、テナガエビの増殖実証調査を行うとともに、テナガエビの試食イベントを行う等の普及啓発を実施した。

・ユスリカ対策

児島周辺で季節的（4月下旬から5月上旬、11月中旬）に大量に発生しているユスリカ対策として、設置している誘蛾灯の適切な維持管理に努めるとともに、下水道の整備や環境美化活動など根本的なユスリカ対策である水質浄化に関する各種情報を積極的に発信し、水質保全意識の高揚を図った。

（４）環境学習の推進

環境問題に対する理解と環境保全意識の高揚、普及啓発を図ることを目的とした「環境学習エコツアー」に、児島湖や瀬戸内海の環境について学習するコースを設け、実施した。

また、児島湖流域に生息する多様な生物を展示する「児島湖移動水族館」をポスター・パネル展の会場で実施した。

（５）計画の進捗管理

計画に基づく各種対策を適切に実施するため、毎年度計画の進捗管理を行い、県議会や会議等で報告・公表した。

4 流出水対策推進計画の実施状況

(1) 流出水対策推進計画の概要

児島湖周辺干拓地の代表的な農業地帯である岡山市南区北七区を流出水対策地区に指定し、各種対策を重点的に実施し、流出水の汚濁負荷量の削減効果を確認するとともに良好な水環境の保全を目指すこととしている。

岡山市南区北七区（平成19年3月6日指定）

面積：4.64km²（農地3.38km²、道路延長25.1km）

世帯数：166世帯（平成17年度末時点）

下水道普及率：100%（平成17年度末時点で供用開始済み）



図 II-1 流出水対策地区（岡山市南区北七区）

(2) 流出水対策地区における対策の実施状況

・農地対策

L字型肥料への転換促進を図るとともに、県、市、農協が協力し、講習会等を開催し環境保全型農業（土づくりに関する技術、化学肥料低減技術、水管理技術）の普及・定着に努めた。

・アダプト推進事業等による道路、水路の環境美化活動

アダプト推進事業の普及に努めた。

・道路、側溝等の清掃

地区内の道路、側溝等の清掃活動に努めた。

対 策	目 標	実施状況
農地対策	講習会等の開催 3 回	5 回／年（平均）
環境美化活動	4 カ所	1 カ所／年
道路・側溝等の清掃	全域（道路延長 25.1km）	172.8km／年

(3) 農地対策の普及状況

令和2年度に流出水対策地区において農業を営む従事者に対し営農状況等に関するアンケート調査を実施し、農地対策の普及状況を把握した。

①アンケート調査の概要

調査期間：令和3年1月15日～令和3年3月20日

調査対象：北七区で農業を営む個人及び法人214者

配布回収方法：郵送

回答率：68.2%（回答者146/対象者214）

②調査結果

回答のあった圃場面積のうち、水稻を作付けした圃場は84%、麦を作付けした圃場は78%であった。64%の圃場では水稻と麦の作付けが行われている。

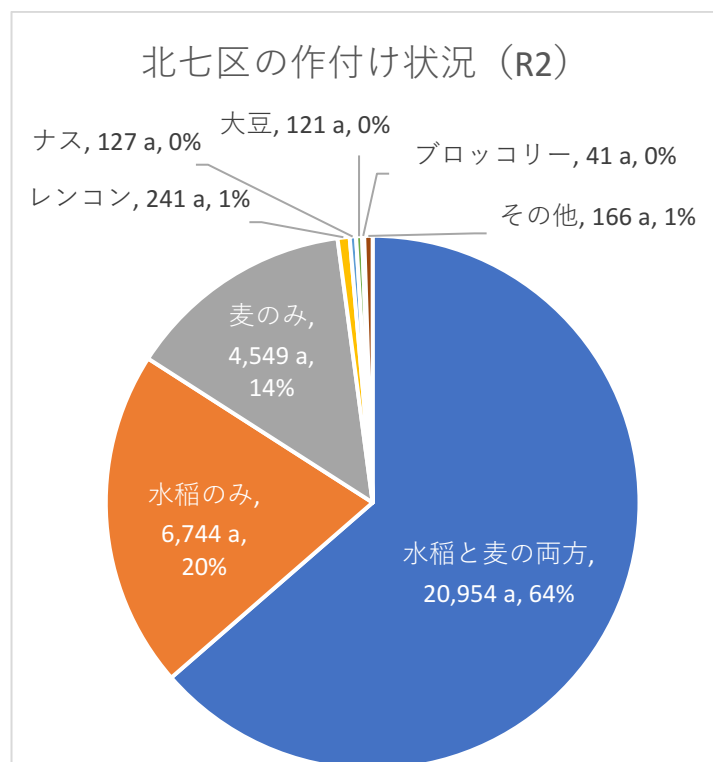


図 II-2 北七区における作付け状況（アンケート回答者）

③施肥量の低減状況

流出水対策地区においては、施肥量を「農協の栽培暦」によって決定する農家が最も多く、回答数および作付面積ベースともに7割弱を占めていた。

また、全体の窒素：リン酸比=8.6:4.8（平均値）となっておりリン酸含有量の少ないL字型肥料が普及しているものと考えられる。

表 II-2 施肥量の決定方法別の窒素・リン酸施肥量（上段：窒素、下段：リン酸）

施肥量の決定方法	回答数 (対象面積)	施肥量 (kg/10a)	
		平均	最小～最大
農協の栽培暦	66 (14,363 a)	8.2	2.0～39.9
		4.6	0.8～16.6
過去の経験に基づき、カンで施肥 量を決めている	29 (7,123 a)	9.6	1.4～24.6
		5.2	0.0～16.6
土壌診断結果	1 (30 a)	8.8	—
		4.4	—
その他	1 (189 a)	8.5	—
		8.5	—
全体	95 ^{注2)} (21,354 a)	8.6	1.4～39.9
		4.8	0.0～16.6

注1) 無回答および不備のある回答（作付面積の未回答、肥料銘柄の未回答、肥料成分の不明であるもの）は集計から除いている。

注2) 設問は複数回答可であるため、回答数の合計とは一致しない。

また、化学肥料低減技術の一つである「局所施肥」を実施している農家は、回答数で46%、作付面積ベースで45%に上っており、他の施肥方法を回答している農家よりも施肥量が窒素・リンともに少なくなっていた。

表 II-3 施肥方法別の窒素・リン酸施肥量（上段：窒素、下段：リン酸）

施肥方法	回答数 (面積)	施肥量 (kg/10a)	
		平均	最小～最大
全層施肥	49 (12,466 a)	10.0	1.4～39.9
		5.6	0.9～15.1
表層施肥	4 (603 a)	10.5	6.0～15.9
		5.0	3.0～6.9
局所施肥	44 (9,525 a)	7.1	2.5～21.6
		3.7	0.0～16.6
全体	95 ^{注2)} (21,194 a)	8.6	1.4～39.9
		4.8	0.0～16.6

注1) 無回答および不備のある回答（作付面積の未回答、肥料銘柄の未回答、肥料成分の不明であるもの）は集計から除いている。

注2) 設問は複数回答可であるため、回答数の合計とは一致しない。

④局所施肥の普及状況

局所施肥の導入時期について、回答数および作付面積ベースで整理した。

第6期・第7期の計画期間に該当する2010年～2019年の10年間において、導入率が回答数ベースで約8%、作付面積ベースで約5%上昇しており、局所施肥が普及していることがわかる（図II-3、図II-4）。

なお、図II-3や図II-4では、集計にあたって肥料銘柄や肥料使用量に関する設問の回答が不要であるため、表II-2や表II-3とは回答数・作付面積が異なる。

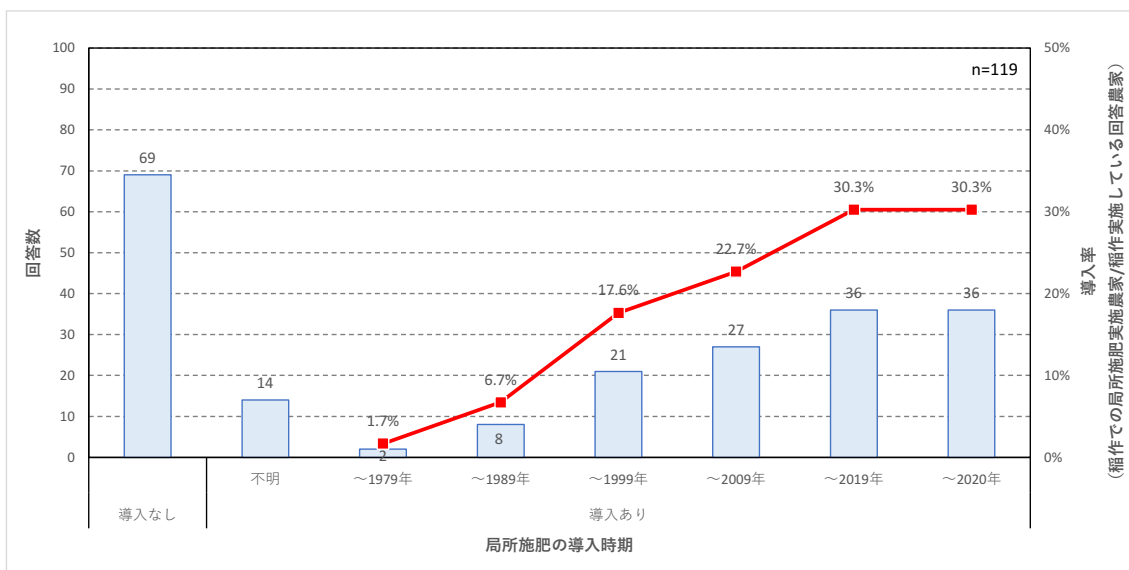


図 II-3 稲作における局所施肥の導入状況（回答数ベース）

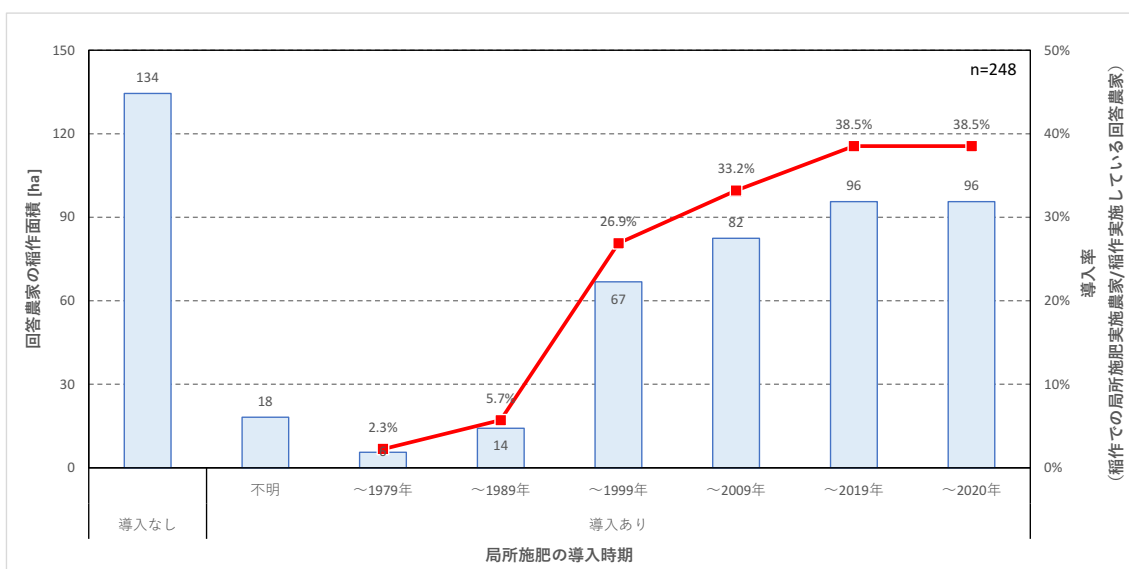


図 II-4 稲作における局所施肥の導入時期（作付面積ベース）

III 汚濁負荷量の削減状況

1 フレームの推移

児島湖流域におけるフレームの推移について、令和2年度の計画値と実績値を比較した（表 III-1 及び表 III-2）。

指定地域内人口は実績値が計画値より 646 人少なくなっている。下水道接続人口は計画値よりも 5614 人上回った。一方、単独浄化槽やし尿処理人口は計画値ほど減少しておらず、生活排水処理率は計画値ほど増加していない。

産業系では、特定事業場や非特定事業場からの排水量が計画値と比べて多くなった。

表 III-1 児島湖流域におけるフレームの実績値と計画値の比較

フレーム	単位	実績			計画(目標値)		実績値-計画値 (b)-(c)	
		(a)平成27年度	(b)令和2年度	変化量 (b)-(a)	(c)令和2年度	計画量 (c)-(a)		
生活系	指定地域内人口	(人)	674,063	678,721	4,658	679,367	5,304	▲ 646
産業系	特定事業場	(m ³ /日)	18,656	18,756	100	16,921	▲ 1,735	1,835
	非特定事業場	(m ³ /日)	5,737	6,438	701	5,518	▲ 219	920
畜産系	家畜頭数	(頭)	339	594	255	315	▲ 24	279
農地系	水田	(ha)	11,114	10,746	▲ 368	10,849	▲ 265	▲ 103
	畑	(ha)	2,430	2,348	▲ 82	2,460	30	▲ 112
都市系	市街地等	(ha)	18,091	18,774	683	18,679	588	95
	合流式下水道区域	(ha)	1,060	1,060	0	1,060	0	0
自然系	山林	(ha)	21,671	21,438	▲ 233	21,318	▲ 353	120

表 III-2 児島湖流域における生活系フレームの実績値と計画値の比較

	単位	実績			計画(目標値)		実績値-計画値 (b)-(c)	
		(a)平成27年度	(b)令和2年度	推進量 (b)-(a)	(c)令和2年度	計画量 (c)-(a)		
指定地域内人口	(人)	674,063	678,721	4,658	679,367	5,304	▲ 646	
	下水道(系内放流)	(人)	418,089	441,528	23,439	436,269	18,180	5,259
	下水道(系外放流)	(人)	20,497	21,809	1,312	21,454	957	355
	下水道(計)	(人)	438,586	463,337	24,751	457,723	19,137	5,614
	農業集落排水施設	(人)	4,344	4,128	▲ 216	4,233	▲ 111	▲ 105
	合併処理浄化槽	(人)	122,430	116,539	▲ 5,891	127,059	4,629	▲ 10,520
生活排水処理人口	(人)	565,360	584,004	18,644	589,015	23,655	▲ 5,011	
	単独処理浄化槽	(人)	68,874	61,557	▲ 7,317	56,317	▲ 12,557	5,240
	し尿処理・自家処理	(人)	39,829	33,160	▲ 6,669	34,035	▲ 5,794	▲ 875
雑排水人口	(人)	108,703	94,717	▲ 13,986	90,352	▲ 18,351	4,365	
生活排水処理率	(%)	83.9	86.0	2.2	86.7	2.8	▲ 0.7	

注：下水道人口は接続人口である。

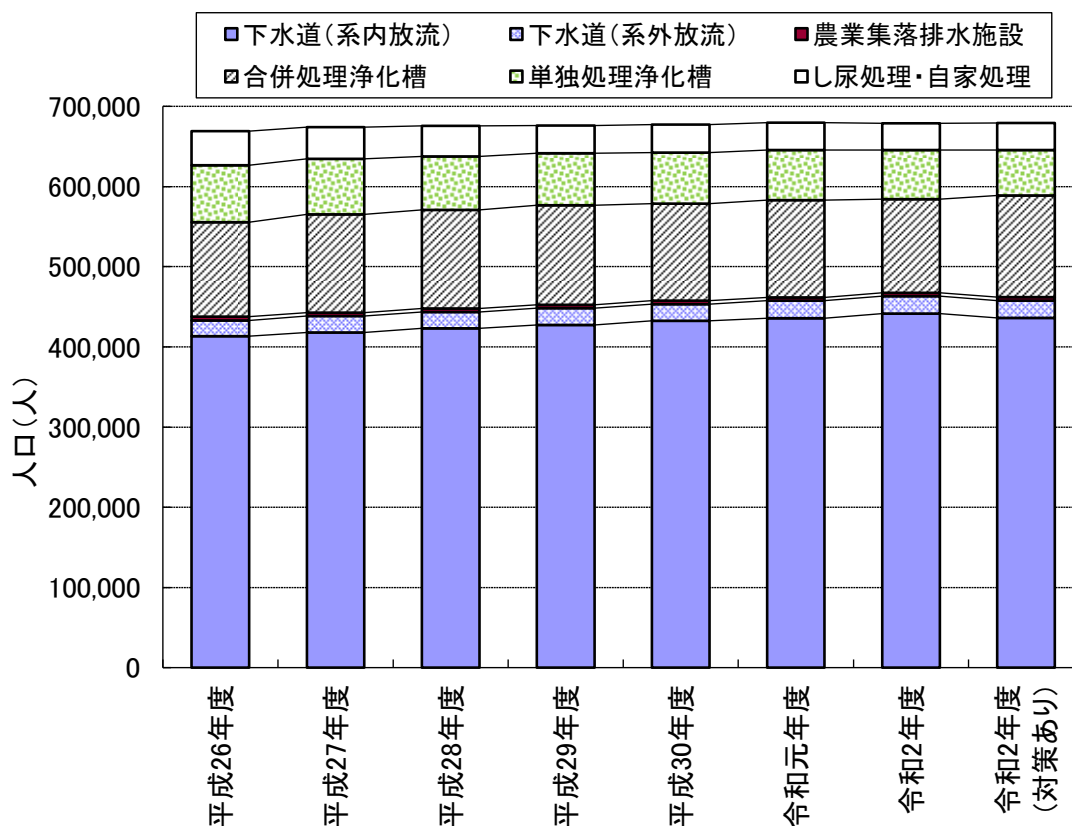


図 III-1 児島湖流域における生活系フレームの推移

2 排出汚濁負荷量の推移

児島湖流域における排出汚濁負荷量について、令和2年度の計画値と実績値を比較した。結果を図 III-2 に示す。

令和2年度のCODおよびT-Nの排出汚濁負荷量は、わずかではあるが、目標値を達成することができなかった。T-Pの排出汚濁負荷量は目標値を達成することができた。

なお、令和2年度のCOD、T-N、T-P排出汚濁負荷量は平成27年度の値の96.0%、98.3%、96.0%である。

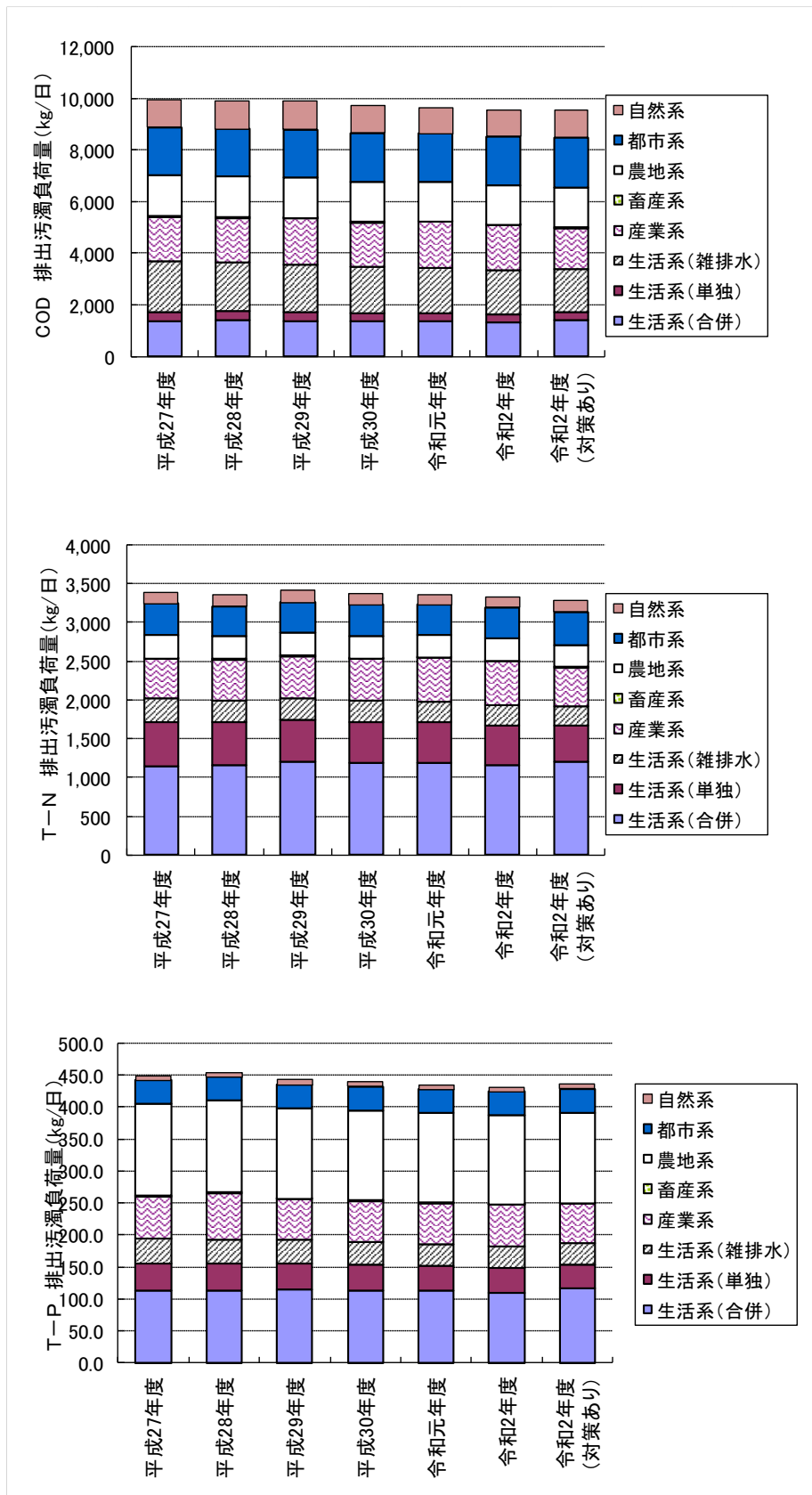


図 III-2 児島湖流域における排出汚濁負荷量の推移

表 III-3 児島湖流域における排出汚濁負荷量の実績値と計画値の比較

<COD> 単位: kg/日

	汚濁負荷量 実績値			7期計画計画値		実績値-計画量 (B)-(C)
	平成27年度 (A)	令和2年度 (B)	削減量 (B)-(A)	令和2年度 (C)	計画量 (C)-(A)	
生活系	3,708	3,355	▲ 353	3,368	▲ 340	▲ 13
合併処理	1,366	1,309	▲ 57	1,431	65	▲ 122
単独処理	360	318	▲ 42	291	▲ 69	27
雑排水	1,982	1,728	▲ 254	1,646	▲ 336	82
産業系	1,709	1,727	18	1,614	▲ 95	113
特定事業場	722	675	▲ 47	664	▲ 58	11
非特定事業場	643	700	57	599	▲ 44	101
下水道	344	352	8	351	7	1
畜産系	9	12	3	7	▲ 2	5
農地系	1,601	1,546	▲ 55	1,565	▲ 36	▲ 19
都市系	1,853	1,876	23	1,920	67	▲ 44
自然系	1,071	1,043	▲ 28	1,058	▲ 13	▲ 15
合計	9,951	9,559	▲ 392	9,532	▲ 419	27

<T-N> 単位: kg/日

	汚濁負荷量 実績値			7期計画計画値		実績値-計画量 (B)-(C)
	平成27年度 (A)	令和2年度 (B)	削減量 (B)-(A)	令和2年度 (C)	計画量 (C)-(A)	
生活系	2,018	1,935	▲ 83	1,916	▲ 102	19
合併処理	1,147	1,162	15	1,199	52	▲ 37
単独処理	570	510	▲ 60	467	▲ 103	43
雑排水	301	263	▲ 38	250	▲ 51	13
産業系	513	563	50	502	▲ 11	61
特定事業場	166	171	5	157	▲ 9	14
非特定事業場	159	166	7	153	▲ 6	13
下水道	188	226	38	192	4	34
畜産系	5	5	0	4	▲ 1	1
農地系	296	286	▲ 10	289	▲ 7	▲ 3
都市系	408	401	▲ 7	426	18	▲ 25
自然系	146	140	▲ 6	146	0	▲ 6
合計	3,386	3,330	▲ 56	3,283	▲ 103	47

<T-P> 単位: kg/日

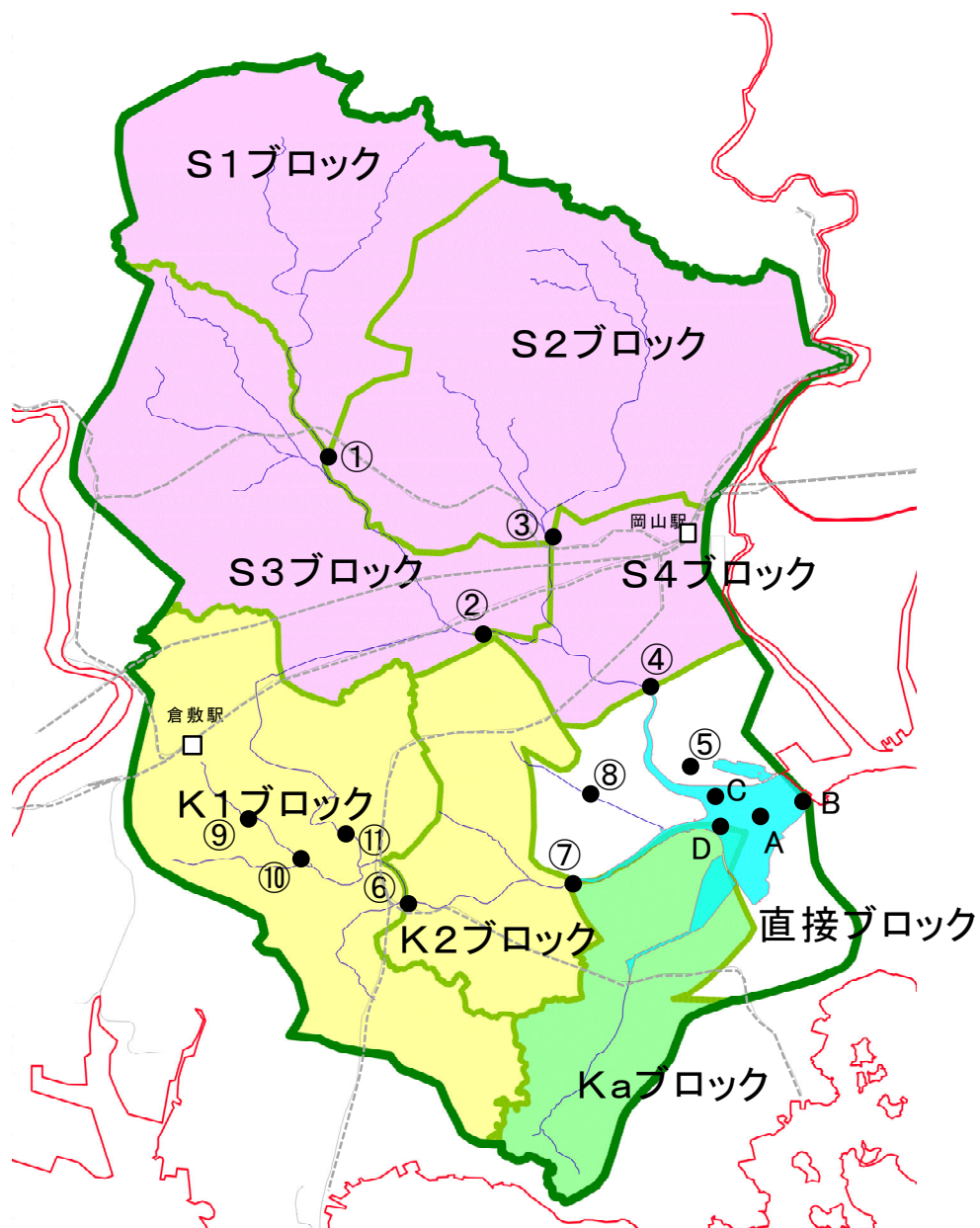
	汚濁負荷量 実績値			7期計画計画値		実績値-計画量 (B)-(C)
	平成27年度 (A)	令和2年度 (B)	削減量 (B)-(A)	令和2年度 (C)	計画量 (C)-(A)	
生活系	194.1	181.5	▲ 12.6	186.8	▲ 7.3	▲ 5.3
合併処理	112.7	108.7	▲ 4.0	117.2	4.5	▲ 8.5
単独処理	43.4	38.8	▲ 4.6	35.6	▲ 7.8	3.2
雑排水	38.0	34.0	▲ 4.0	34.0	▲ 4.0	0.0
産業系	66.5	65.2	▲ 1.3	62.3	▲ 4.2	2.9
特定事業場	46.7	44.0	▲ 2.7	43.0	▲ 3.7	1.0
非特定事業場	16.0	17.2	1.2	15.4	▲ 0.6	1.8
下水道	3.8	4.0	0.2	3.9	0.1	0.1
畜産系	0.8	1.2	0.4	0.8	0.0	0.4
農地系	144.3	139.5	▲ 4.8	141.2	▲ 3.1	▲ 1.7
都市系	36.2	36.8	0.6	37.4	1.2	▲ 0.6
自然系	7.3	7.1	▲ 0.2	7.1	▲ 0.2	0.0
合計	449.2	431.3	▲ 17.9	435.6	▲ 13.6	▲ 4.3

注：▲は負数であることを示す。

IV 水質の改善状況

1 水質の測定地点

児島湖及び児島湖流域の公共用水域の水質測定地点は以下のとおりである。



< 笹ヶ瀬川水域 >	
地点	地点名称
①	高塚橋(足守川)
②	入江橋(足守川)
③	比丘尼橋(笹ヶ瀬川)
④	笹ヶ瀬橋(笹ヶ瀬川)
⑤	白鷺橋(相生川)

< 倉敷川水域 >	
地点	地点名称
⑥	稔橋(倉敷川)
⑦	倉敷川橋(倉敷川)
⑧	国道30号下(妹尾川)
⑨	下灘橋(倉敷川)
⑩	盛綱橋(倉敷川)
⑪	桜橋(六間川)

< 児島湖水域 >	
地点	地点名称
A	湖心
B	樋門
C	笹ヶ瀬川河口部
D	倉敷川河口部

図 IV-1 児島湖及び流域における公共用水域の水質測定地点

2 湖内水質の改善状況

(1) 化学的酸素要求量 (COD)

児島湖（湖心、樋門）のCODは長期的には改善する傾向が認められるものの、第6期以降は横ばいとなっており、依然として環境基準（B類計：5 mg/L）の達成は厳しい状況である。

令和2年度の測定結果は8.1mg/L（湖心、樋門の75%値のうち、値の大きい方）であり、第7期計画の目標値（6.8 mg/L）を達成しなかった。

なお、年平均値(参考)についても令和2年度の測定結果は7.3mg/L（湖心、樋門の年間平均値の平均値）であり、目標値（6.6mg/L）を達成しなかった。

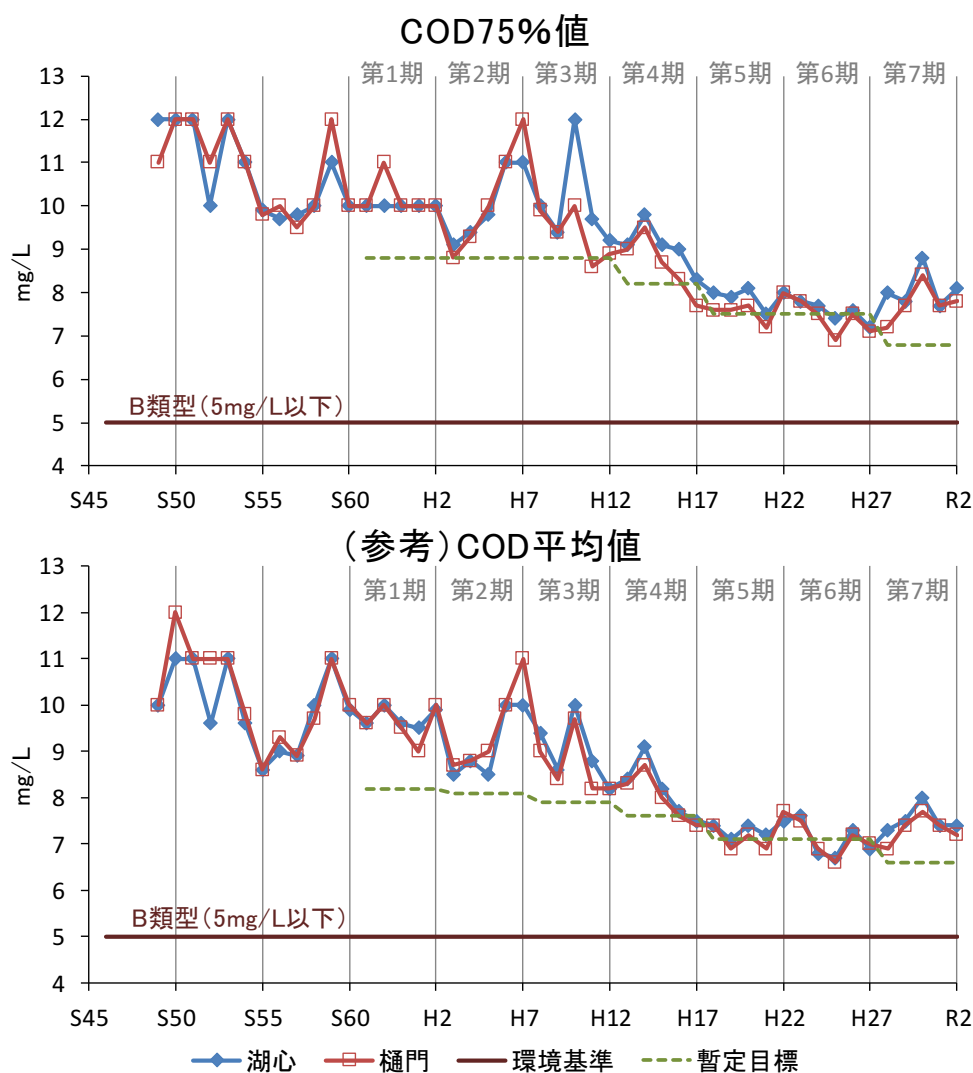


図 IV-2 児島湖（湖心、樋門）におけるCODの推移

注：環境基準点である樋門のポイントは、平成9年4月より旧弁天樋門前から新樋門前に移設した。

出典) 公共用水域の水質測定結果、岡山県

表 IV-1 児島湖の COD

(単位:mg/L)

			S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63
湖心	COD	75%値	12	12	12	10	12	11	9.9	9.7	9.8	10	11	10	10	10	10
		平均値	10	11	11	9.6	11	9.6	8.6	9.0	8.9	10	11	9.9	9.6	10	9.6
樋門	COD	75%値	11	12	12	11	12	11	9.8	10	9.5	10	12	10	10	11	10
		平均値	10	12	11	11	11	9.8	8.6	9.3	8.9	9.7	11	10	9.6	10	9.5

			H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
湖心	COD	75%値	10	10	9.1	9.4	9.8	11	11	10	9.4	12	9.7	9.2	9.1	9.8	9.1
		平均値	9.5	9.9	8.5	8.8	8.5	10	10	9.4	8.6	10	8.8	8.2	8.4	9.1	8.2
樋門	COD	75%値	10	10	8.8	9.3	10	11	12	9.9	9.4	10	8.6	8.9	9.0	9.5	8.7
		平均値	9.0	10	8.7	8.8	9.0	10	11	9.0	8.4	9.7	8.2	8.2	8.3	8.7	8.0

			H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30
湖心	COD	75%値	9.0	8.3	8.0	7.9	8.1	7.5	8.0	7.8	7.7	7.4	7.6	7.2	8.0	7.8	8.8
		平均値	7.7	7.5	7.4	7.1	7.4	7.2	7.5	7.6	6.8	6.7	7.3	6.9	7.3	7.5	8.0
樋門	COD	75%値	8.3	7.7	7.6	7.6	7.7	7.2	8.0	7.8	7.5	6.9	7.5	7.1	7.2	7.7	8.4
		平均値	7.6	7.4	7.4	6.9	7.2	6.9	7.7	7.5	6.9	6.6	7.2	7.0	6.9	7.4	7.7

			R1	R2
湖心	COD	75%値	7.7	8.1
		平均値	7.4	7.4
樋門	COD	75%値	7.7	7.8
		平均値	7.4	7.2

出典：公共用水域の水質測定結果、岡山県

(2) 全窒素 (T-N)・全リン (T-P)

児島湖（湖心、樋門）の T-N 濃度は段階的に低下する傾向が認められ、環境基準（V 類型：1.0 mg/L）の値に近づいている。令和 2 年度の測定結果は 1.2mg/L（湖心、樋門の年間平均値のうち、値の大きい方）であり、第 7 期計画の目標値（1.0 mg/L）を達成しなかった。

児島湖（湖心、樋門）の T-P 濃度は近年横ばいとなっており、依然として環境基準（V 類型：0.1 mg/L）の達成は厳しい状況である。令和 2 年度の測定結果は 0.21mg/L（湖心、樋門の年間平均値のうち、値の大きい方）であり、第 7 期計画の目標値（0.15 mg/L）を達成しなかった。

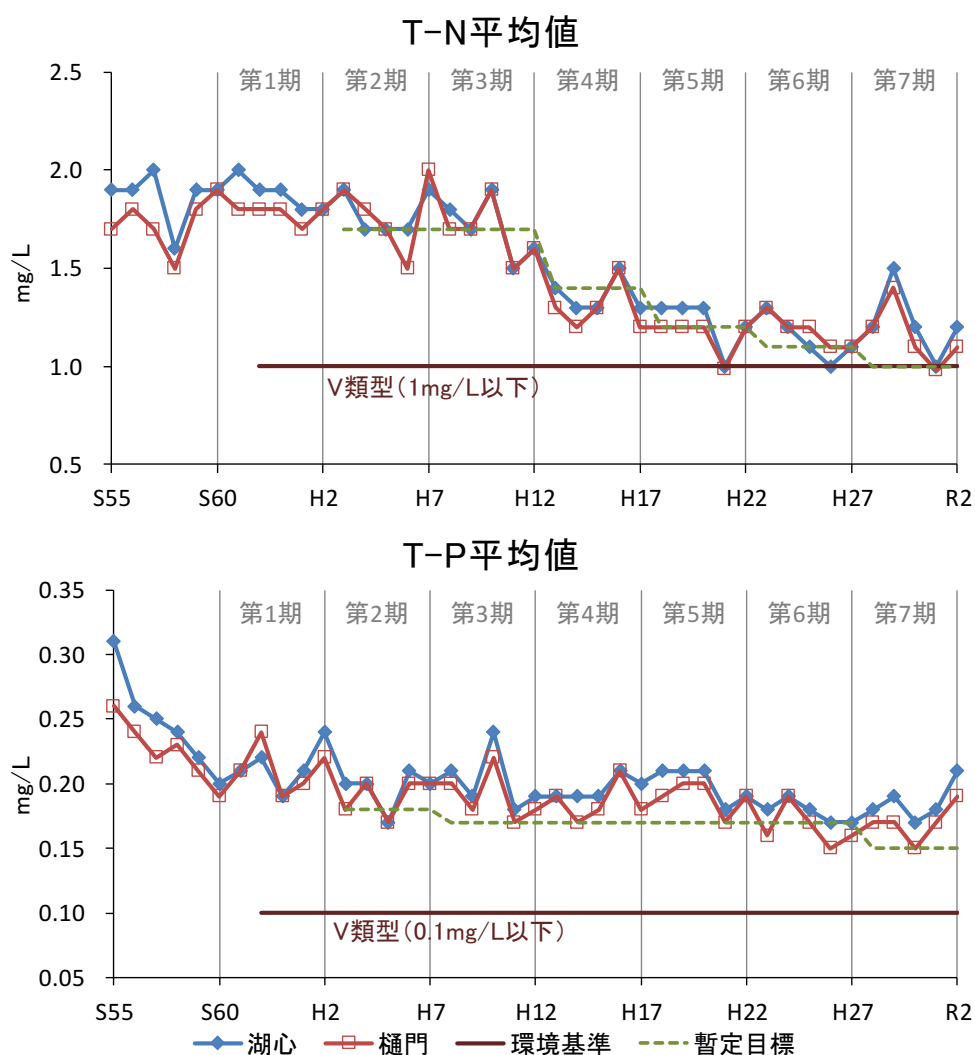


図 IV-3 児島湖（湖心、樋門）における T-N、T-P（平均値）の推移

注：環境基準点である樋門のポイントは、平成 9 年 4 月より旧弁天樋門前から新樋門前に移設した。

出典) 公共用水域の水質測定結果、岡山県

表 IV-2 児島湖の T-N、T-P(年平均値)

(単位:mg/L)

		S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	H1	H2	H3	H4	H5	H6
湖心	全窒素	1.9	1.9	2.0	1.6	1.9	1.9	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.9	1.7	1.7	1.7
	全りん	0.31	0.26	0.25	0.24	0.22	0.20	0.21	0.22	0.19	0.21	0.24	0.20	0.20	0.17	0.21
樋門	全窒素	1.7	1.8	1.7	1.5	1.8	1.9	1.8	1.8	1.8	1.7	1.8	1.9	1.8	1.7	1.5
	全りん	0.26	0.24	0.22	0.23	0.21	0.19	0.21	0.24	0.19	0.20	0.22	0.18	0.20	0.17	0.20

		H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21
湖心	全窒素	1.9	1.8	1.7	1.9	1.5	1.6	1.4	1.3	1.3	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.0
	全りん	0.20	0.21	0.19	0.24	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.21	0.20	0.21	0.21	0.21	0.18
樋門	全窒素	2.0	1.7	1.7	1.9	1.5	1.6	1.3	1.2	1.3	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	0.99
	全りん	0.20	0.20	0.18	0.22	0.17	0.18	0.19	0.17	0.18	0.21	0.18	0.19	0.20	0.20	0.17

		H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2
湖心	全窒素	1.2	1.3	1.2	1.1	1.0	1.1	1.2	1.5	1.2	1.0	1.2
	全りん	0.19	0.18	0.19	0.18	0.17	0.17	0.18	0.19	0.17	0.18	0.21
樋門	全窒素	1.2	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.2	1.4	1.1	0.98	1.1
	全りん	0.19	0.16	0.19	0.17	0.15	0.16	0.17	0.17	0.15	0.17	0.19

出典：公共用水域の水質測定結果、岡山県

(3) 透明度

児島湖（湖心、樋門）の透明度は第4期以降、段階的に改善する傾向が認められる。第7期計画策定時に児島湖長期ビジョンに追加された、令和7年頃に透明度1m程度という目標に近づいている。

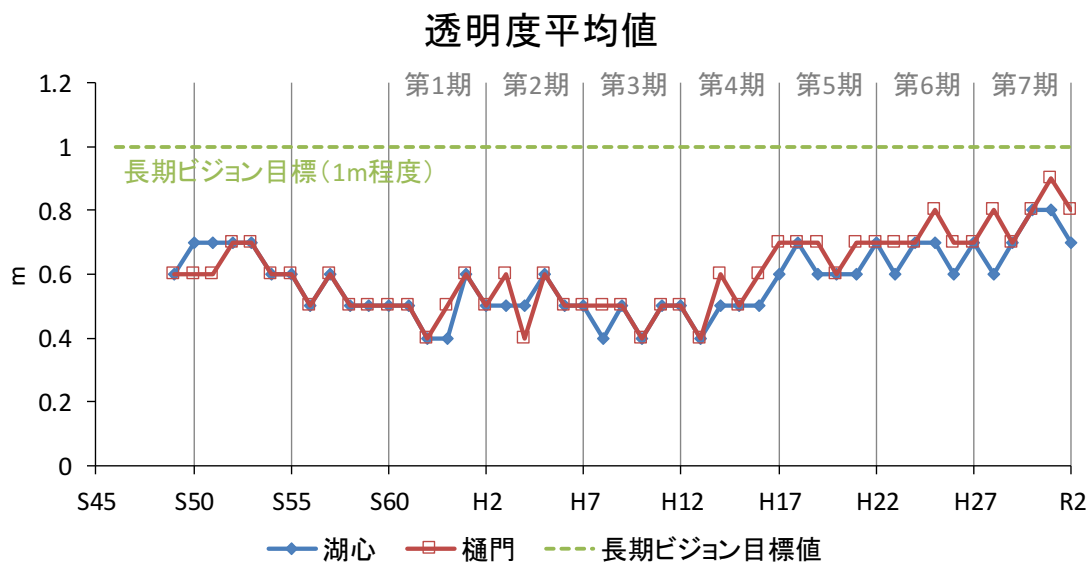


図 IV-4 児島湖（湖心、樋門）における透明度（平均値）の推移

表 IV-3 児島湖の透明度(年平均値)

(単位:m)

		S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	
湖心 樋門	透明度	年平均値	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4
		年平均値	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5

		H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	
湖心 樋門	透明度	年平均値	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5
		年平均値	0.6	0.5	0.6	0.4	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.6	0.5

		H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	
湖心 樋門	透明度	年平均値	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.8
		年平均値	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8

		R1	R2	
湖心 樋門	透明度	年平均値	0.8	0.7
		年平均値	0.9	0.8

出典：公共用水域の水質測定結果、岡山県

(4) まとめ

令和2年度の児島湖の水質は、COD、全窒素、全りんの内いずれも第7期計画目標値を達成しなかった。

表 IV-4 第7期計画の水質目標値の達成状況(単位:mg/L)

水質項目		実績値		7期計画目標値	評価
		平成27年度	令和2年度	令和2年度	
COD	75%値	7.2	8.1	6.8	未達成
	(参考) 年平均値	6.9	7.4	6.6	未達成
全窒素	年平均値	1.1	1.2	1.0	未達成
全りん	年平均値	0.17	0.21	0.15	未達成

3 流入河川の水質

見島湖に流入する笹ヶ瀬川水域、倉敷川水域の水質を整理した。

(1) 笹ヶ瀬川水域

BOD75%値は長期的にみるとすべての地点で低下しているが、第5期後半から第6期前半以降は、いずれの地点でも横ばいで推移している。

COD 平均値は第3期から第5期にかけて大きく低下する傾向が認められた。第5期以降はいずれの地点でも横ばいで推移している。

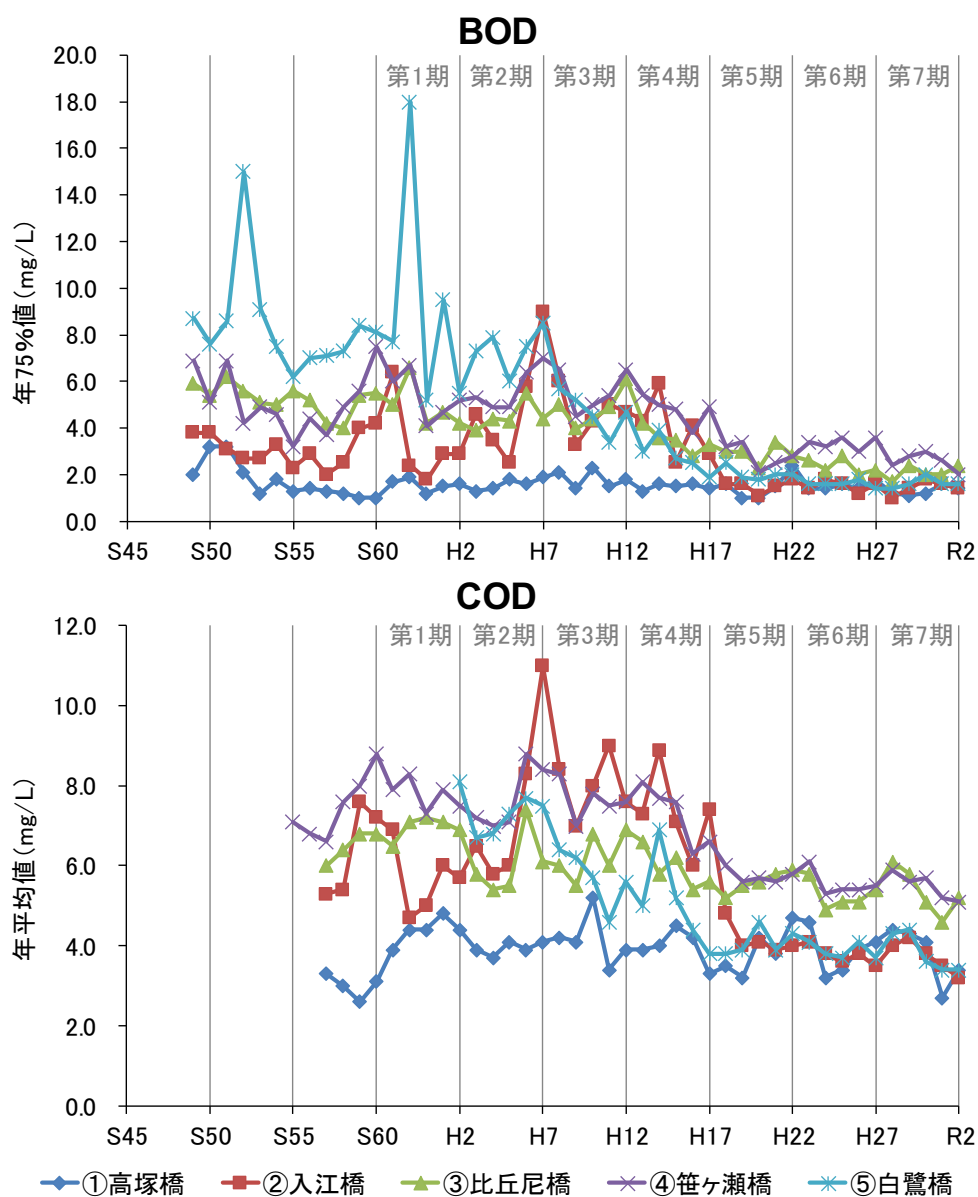


図 IV-5 笹ヶ瀬川水域の BOD75%値と COD 平均値の推移

T-N 濃度は、高塚橋を除き徐々に低下する傾向が認められるが、第6期以降は横ばいで推移している。

T-P 濃度は、入江橋、笹ヶ瀬橋、白鷺橋地点では低下傾向が認められたが、第6期以降はおおむね横ばいで推移している。

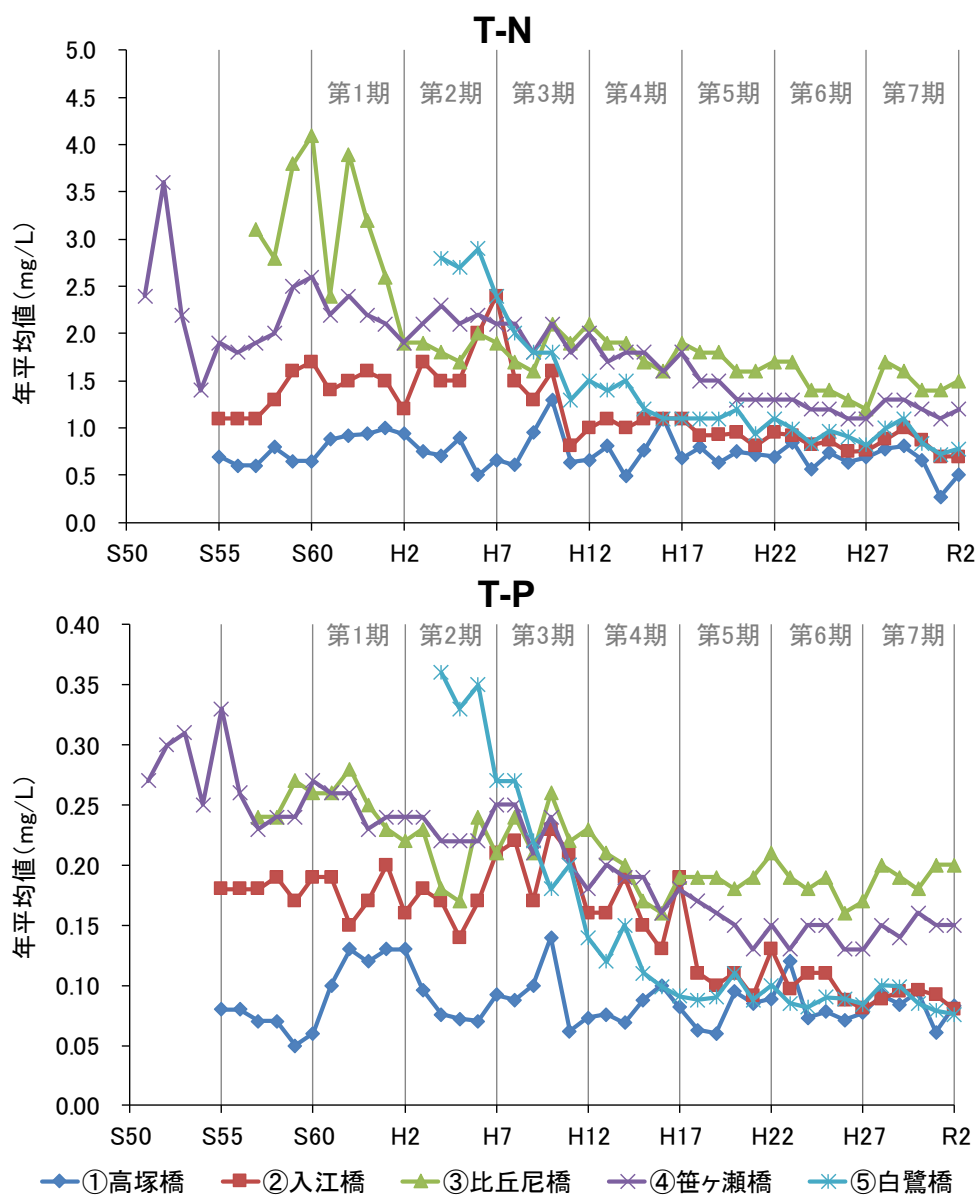


図 IV-6 笹ヶ瀬川水域の T-N、T-P 平均値の推移

(2) 倉敷川水域

BOD75%値は第5期以降も少しずつ低下する傾向が認められる。

COD 平均値は第6期以降は横ばいで推移している。

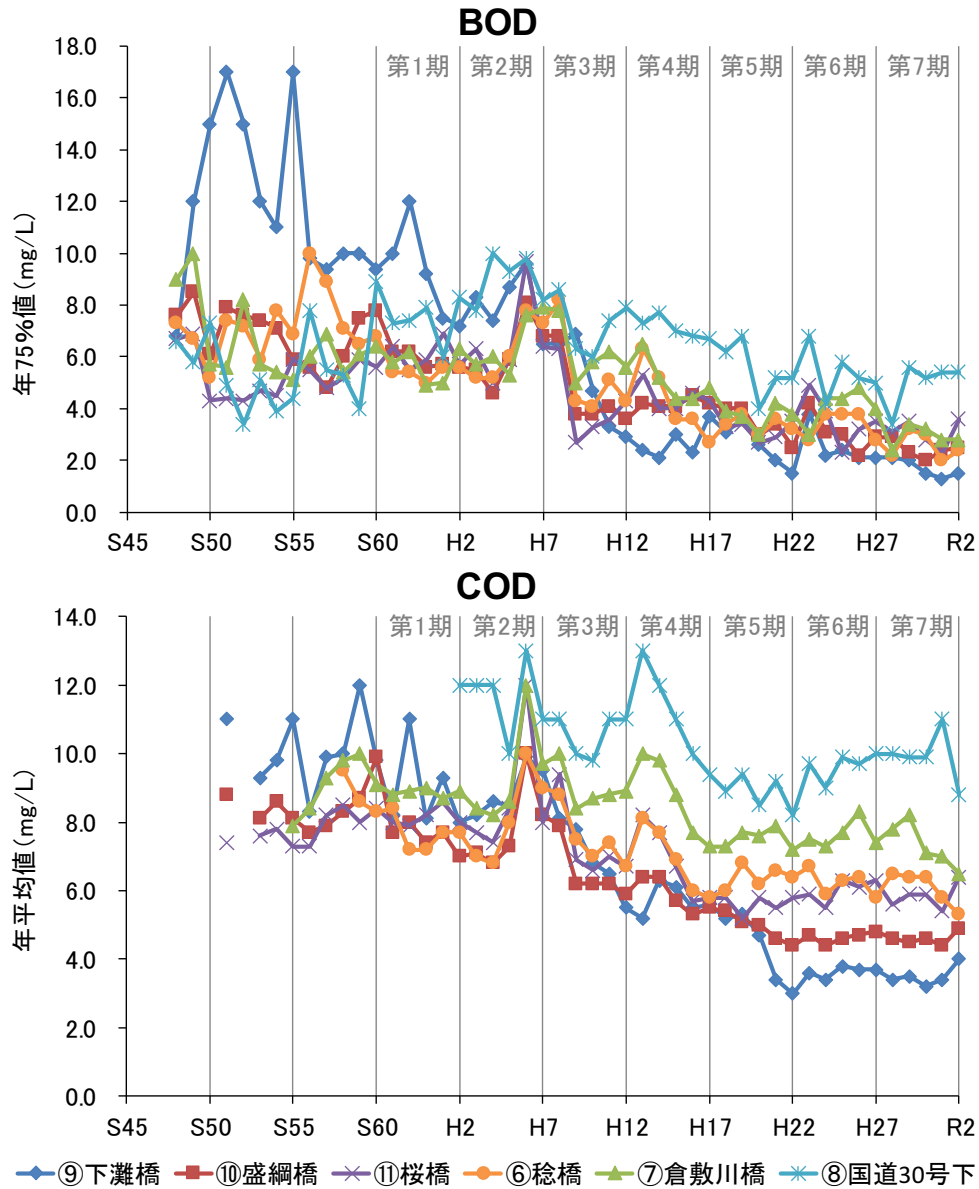


図 IV-7 倉敷川水域の BOD75%値と COD 平均値の推移

T-N、T-P 濃度は、倉敷川上流の下灘橋、盛綱橋で第3期と第5期（平成21年度）に濃度が大きく低下した。これは、倉敷市単独公共下水道（白楽処理区）が平成11年度にし尿処理場（白楽処理施設）からの排水投入を止め、平成21年度から児島湖流域下水道に接続したためと考えられる。T-N、T-P 濃度は、全ての地点において第6期以降はおおむね横ばいで推移している。

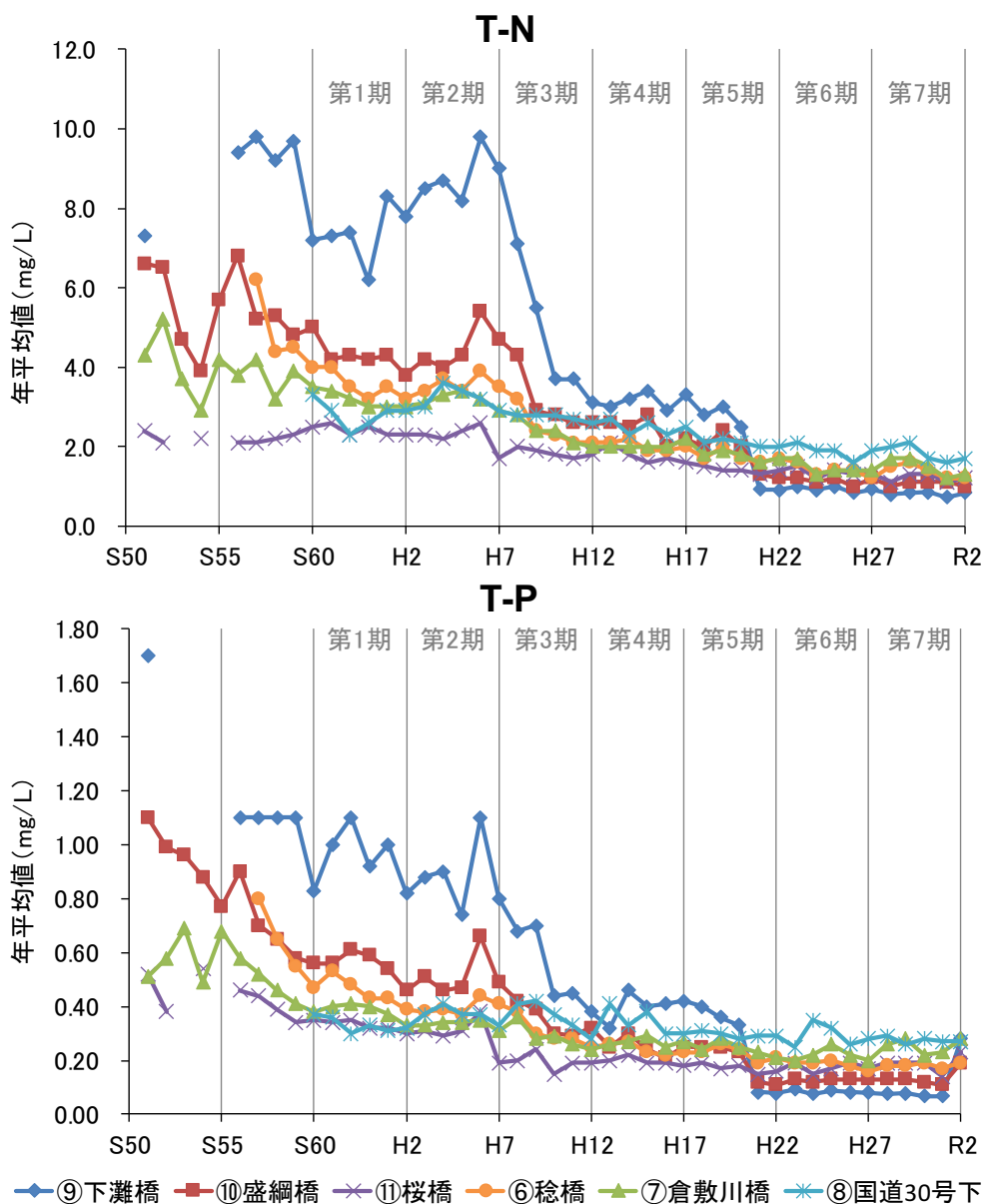


図 IV-8 倉敷川水域の T-N、T-P 平均値の推移

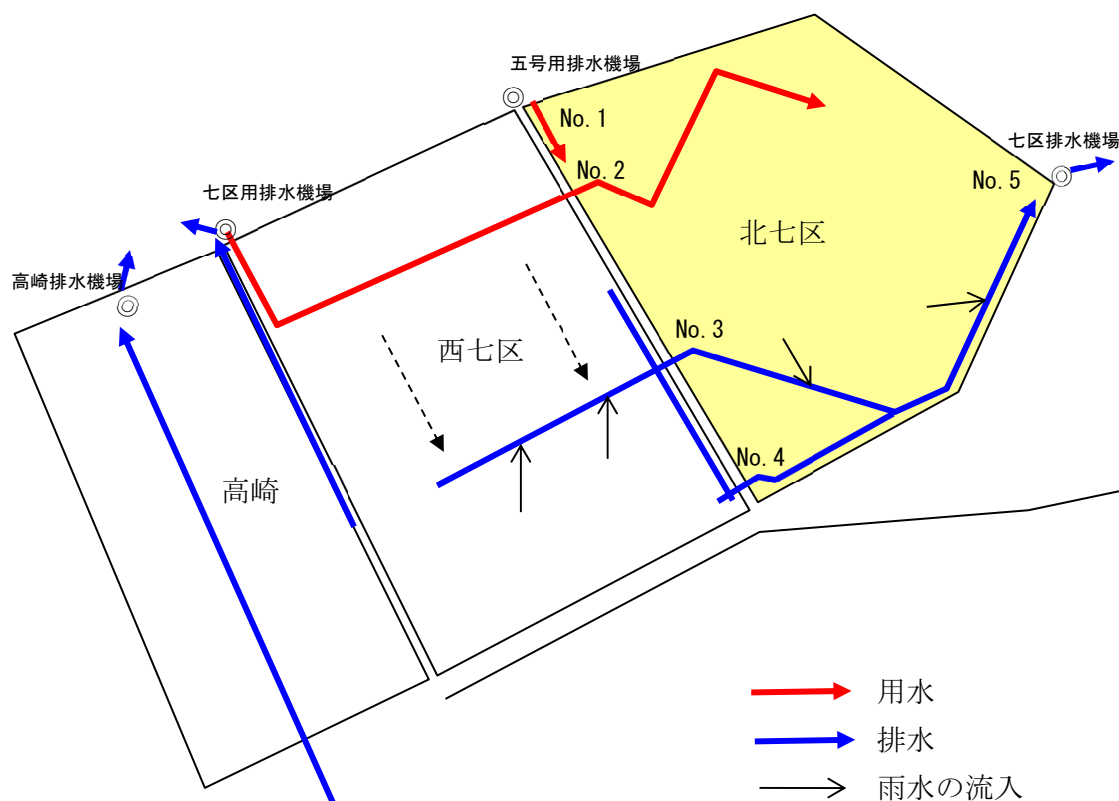
4 流出水対策地区の水質

(1) 水質測定状況

表 IV-5 に示す 4 地点で月 1 回程度調査を実施した。

表 IV-5 流出水対策地区における調査地点

地点名称	説明	測定項目
No. 1 5号用排水機場	倉敷川から農業用水を取水している地点	水質 (C1)
No. 2 北十条用水路	七区揚排水機場で取水された用水が北七区に流入する地点	水質 (C2)
No. 3 小学校前	西七区からの排水が北七区に流入する地点	水質 (C3)
No. 5 七区排水機場	西北七区からの排水が見島湖に流出する地点	水質 (C5)



※ No. 4 地点の排水路は、水流がほぼないため測定していない。

図 IV-9 流出水対策地区のモニタリング地点

(2) 水質調査結果

COD、T-N、T-P の測定結果を以下に示す。

COD は、北七区の用水となる C1、C2 よりも、西七区の排水の C3、及び七区排水機場の排水 C5 の方が年間を通じて濃度が高くなる傾向が認められる。

T-N は C1、C2 の濃度と排水の C3、C5 の濃度に明確な差は認められない。

T-P は灌漑期に C1、C2 の濃度よりも C3、C5 の濃度の方が高くなる傾向がみられていたが、C1、C2 の濃度が経年的に上昇し、C1、C2 と C3、C5 の濃度に明確な差が見られなくなっている。

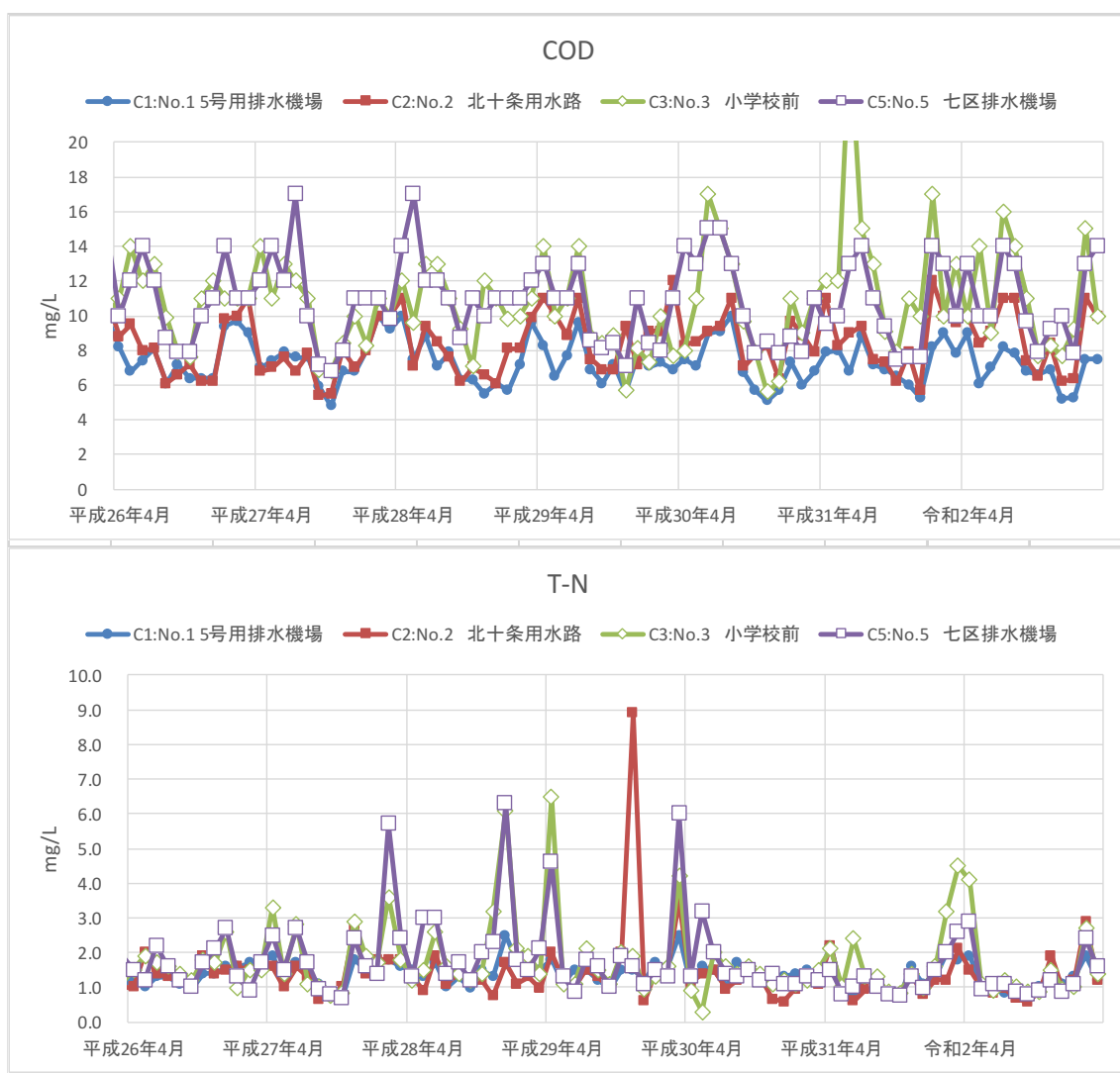


図 IV-10(1) COD、T-N 濃度の推移

出典：岡山県環境保健センター測定データ

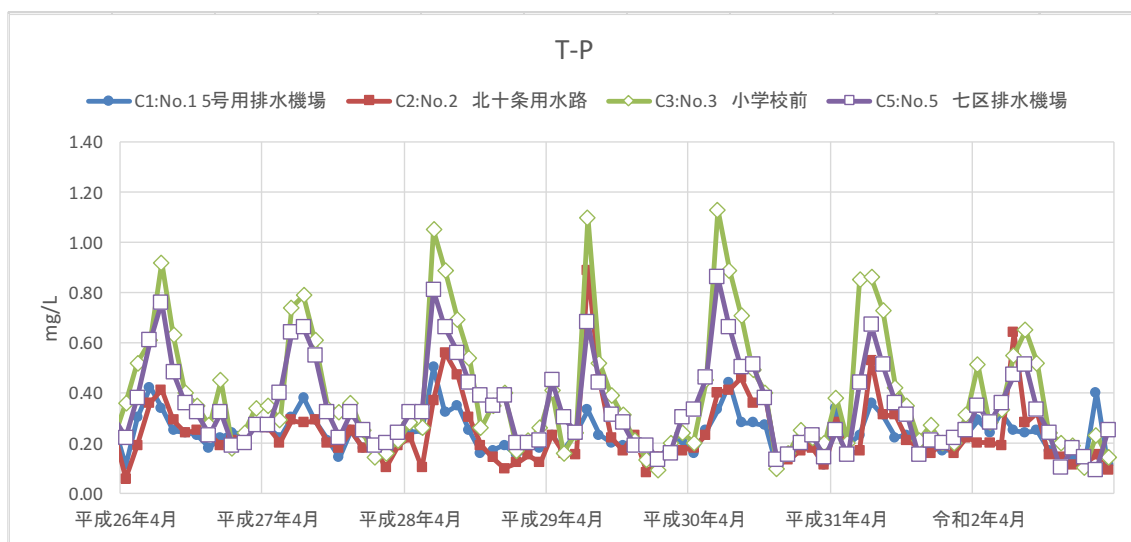


図 IV-10 (2) T-P 濃度の推移

出典：岡山県環境保健センター測定データ

年度の平均値で見た場合、T-N は C3、C5 の濃度が経年的に低下している傾向が認められる。T-P は C2 の濃度が緩やかに上昇しており、C3、C5 の濃度も緩やかに低下している傾向が認められる。

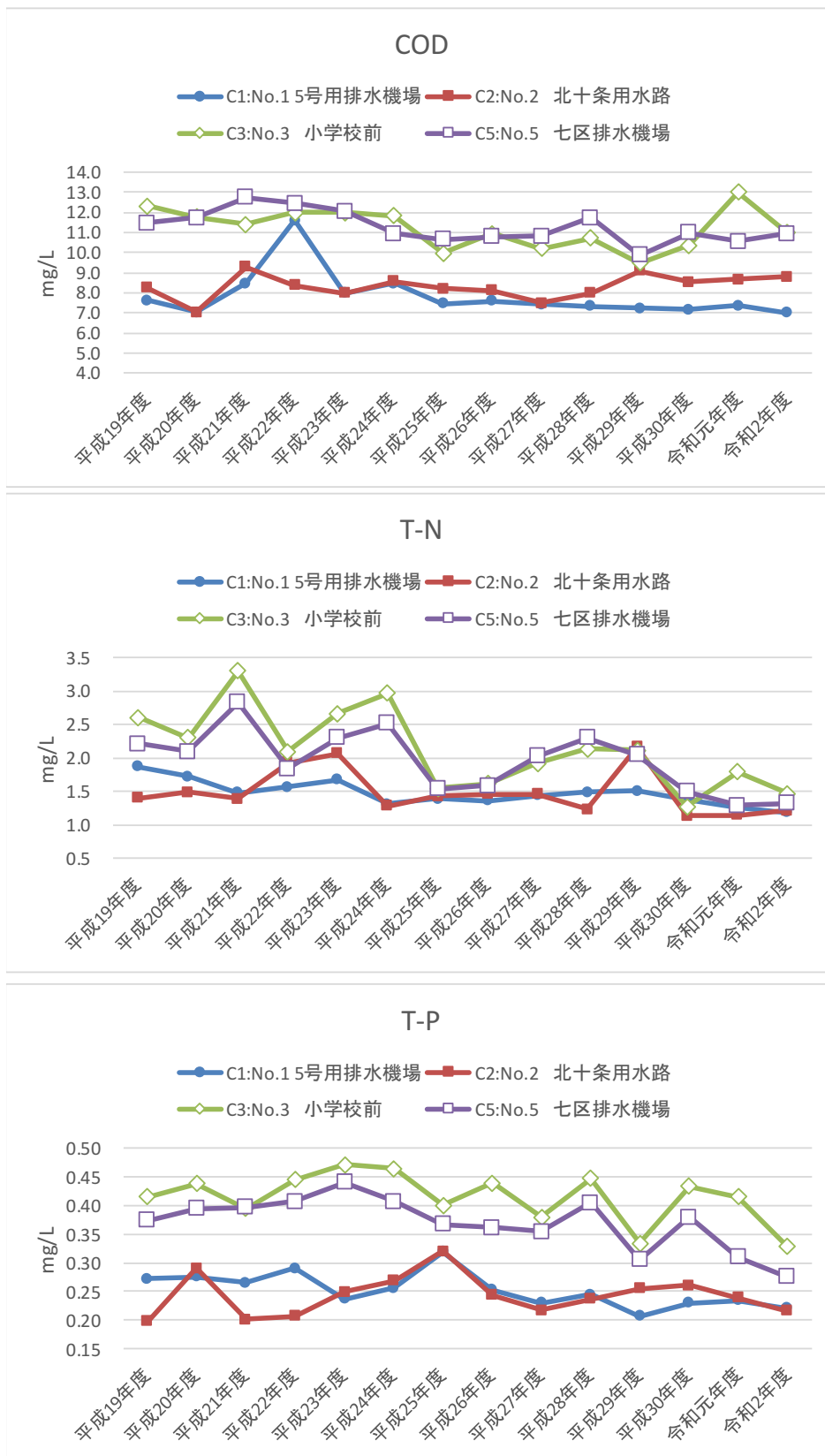


図 IV-11 流出水対策地区における COD、T-N、T-P 濃度の年平均値

(3) 水量・負荷量収支

① 流出水対策地区における水収支の概要

北七区には七区用排水機場からの用水、五号用排水機場からの用水が流入するとともに、西七区からの流出水も流入する。北七区からの流出水は西七区からの流出水と合わせて七区排水機場から児島湖へと流出する。

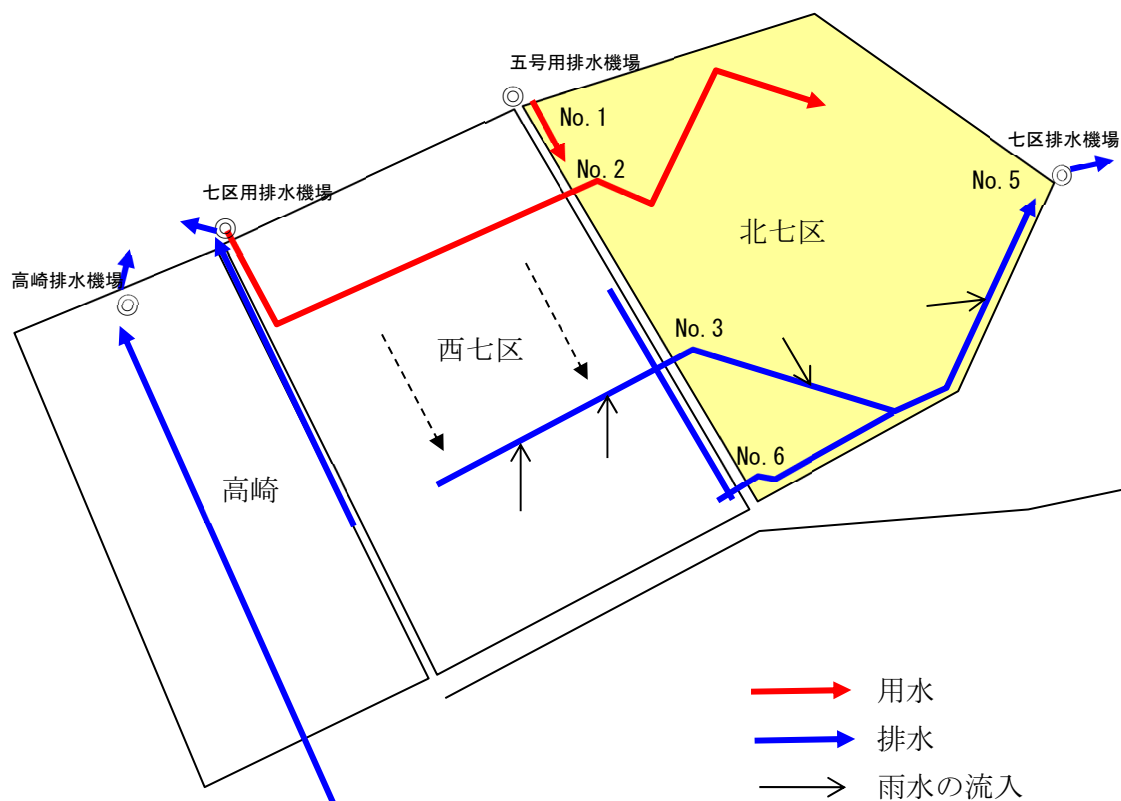


図 IV-12 流出水対策地区における水収支の概念図

北七区の水収支、負荷量収支は以下のとおりである。

○水収支

$$Q1 + Q2 + Q3 + (\text{北七区降水量}) - (\text{北七区の蒸発散量}) = Q5$$

Q1 : No. 1 五号用排水機場からの用水量(m³/月)

Q2 : No. 2 北十条用水路からの用水量(m³/月)

Q3 : No. 3 小学校前を通過する西七区からの排水量(m³/月)

Q5 : No. 5 七区排水機場から児島湖に流出する排水量(m³/月)

○負荷量収支

$$\text{北七区からの流出水負荷量 (g/月)} = Q5 \times C5 - \{Q1 \times C1 + Q2 \times C2 + Q3 \times C3\}$$

C1 : No. 1 5号用排水機場 における濃度 (mg/L)

C2 : No. 2 北十条用水路 における濃度 (mg/L)

C3 : No. 3 小学校前 における濃度 (mg/L)

C5 : No. 5 七区排水機場 における濃度 (mg/L)

②水収支

水収支式に基づき、Q1、Q2、Q3、Q5 を整理した。Q1 は月 1 回の観測データ、Q2、Q3 は七区用排水機場のポンプ稼働時間と月降水量から推計した。Q5 は七区排水機場のポンプ稼働時間から推計した。

Q1、Q2、Q3 の合計に北七区の降水量 (100mm/月と仮定しても、 $4.64 \text{ km}^2 \times 0.1 \text{ m/月} \times 10^6 = 464,000 \text{ m}^3/\text{月}$ 程度) を加えた値は、Q5 とおおよそ整合していることが必要であるが、Q5 の値の方が大きくなっている。

ポンプ場のポンプ能力と稼働時間より水量を推計しているが、その推定精度に課題があると考えられる。

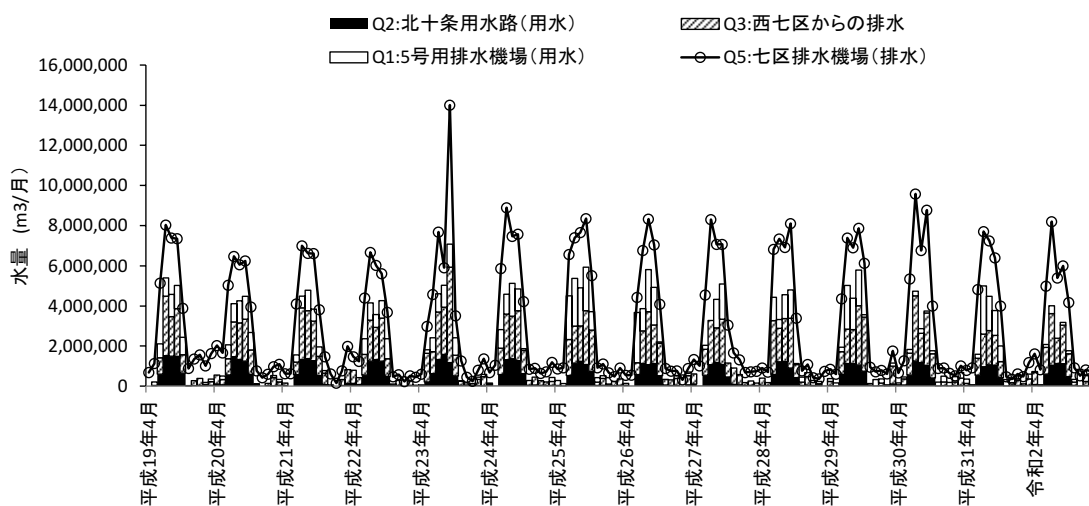


図 IV-13 流出水対策地区における水収支の概念図

③負荷量収支

ここでは、七区排水機場からの流出水量 Q5 を正として以下の式により Q1'、Q2'、Q3' 与えて、負荷量収支を検討した。

$$Q1' = \{Q5 + (\text{北七区の蒸発散量}) - (\text{北七区降水量})\} \times Q1 / (Q1 + Q2 + Q3)$$

$$Q2' = \{Q5 + (\text{北七区の蒸発散量}) - (\text{北七区降水量})\} \times Q2 / (Q1 + Q2 + Q3)$$

$$Q3' = \{Q5 + (\text{北七区の蒸発散量}) - (\text{北七区降水量})\} \times Q3 / (Q1 + Q2 + Q3)$$

$$Q1' + Q2' + Q3' + (\text{北七区降水量}) - (\text{北七区の蒸発散量}) = Q5$$

北七区からの流出水負荷量 (g/月)

$$= Q5 \times C5 - \{Q1' \times C1 + Q2' \times C2 + Q3' \times C3\}$$

北七区からの流出負荷量は年度による変動が大きい。平成 30 年度から令和 2 年度にかけては T-N、T-P の負荷量の値が小さくなった。T-N については C1、C2、C3、C5 の濃度が低下して流出負荷量も小さくなったと考えられる。T-P については、C3、C5 の濃度は緩やかに低下しているが、灌漑期の C1、C2 の濃度が上昇していることもあり流出負荷量が小さくなった。

表 IV-6 北七区からの単位面積当たりの流出負荷量

	降雨量	単位面積あたりの負荷量		
		COD	T-N	T-P
	mm/年	kg/ha/年	kg/ha/年	kg/ha/年
平成19年度	747	156	16.3	3.92
平成20年度	790	188	25.0	6.10
平成21年度	950	259	45.1	8.67
平成22年度	918	222	24.4	9.62
平成23年度	1,720	316	53.8	18.31
平成24年度	1,068	139	19.9	4.99
平成25年度	1,318	231	16.7	6.61
平成26年度	1,125	161	16.2	6.57
平成27年度	1,226	259	29.9	6.92
平成28年度	1,410	203	45.2	5.07
平成29年度	1,386	141	20.2	2.47
平成30年度	1,365	147	7.4	1.78
令和1年度	830	58	-6.4	1.56
令和2年度	1,127	91	9.1	-0.72
平均値	1,141	184	23.0	5.85
中央値	1,126	175	20.0	5.59
【参考】7期原単位		50.7	9.2	4.60
【参考】郷内平成12~13年度	839	50.7	11.4	4.88

(4) 土壌診断結果

①方法

環境保全型農業の推進に資するため、県では児島湖流域における圃場(750圃場)を対象として平成28年度～平成30年度にかけて土壌診断を実施し、営農者に土壌の診断結果を提供するとともに営農活動に役立てていただいた。

調査対象圃場には北七区の26圃場も含まれている。

②結果

土壌診断結果の集計値を表IV-7に示す。「土壌診断と土づくりの手引き 平成27年3月 岡山県農林水産部」によると可給態リン酸については土づくりの目標値が10～20mg/100gである。20mg/100gを超える圃場の割合は、流域全体で65%、流出水対策地区で77%であった。

表 IV-7 土壌診断結果の集計値（平成28年度～平成30年度実施）

		pH	腐植 (%)	CEC (meq/100g)	交換性石灰 (CaO mg/100g)	交換性苦土 (MgO mg/100g)	交換性カリ (K ₂ O mg/100g)	可給態リン酸 (P ₂ O ₅ mg/100g)	可給態ケイ酸 (SiO ₂ mg/100g)	遊離酸化鉄 (Fe ₂ O ₃ %)	EC (mS/cm)	全窒素 (N %)
流域全体	平均	5.8	2.6	17.2	217.4	40.8	28.7	28.3	19.4	0.9	0.1	0.223
750圃場	最大値	7.1	6.2	38.1	1394.3	135.4	98.9	425	71.6	2.1	0.4	0.682
	最小値	4.8	1.4	6.1	36.7	3.37	4.1	7.58	1.0	0.1	0	0.104
北七区	平均	5.9	2.4	20.4	259.0	65.4	34.7	25.5	24.5	1.2	0.1	0.170
26圃場	最大値	6.6	3.1	25.2	423.3	113.3	52.8	56	58.2	1.6	0.4	0.295
	最小値	5.2	1.4	15.9	133.6	39.78	23.6	14.8	13.2	0.8	0	0.118

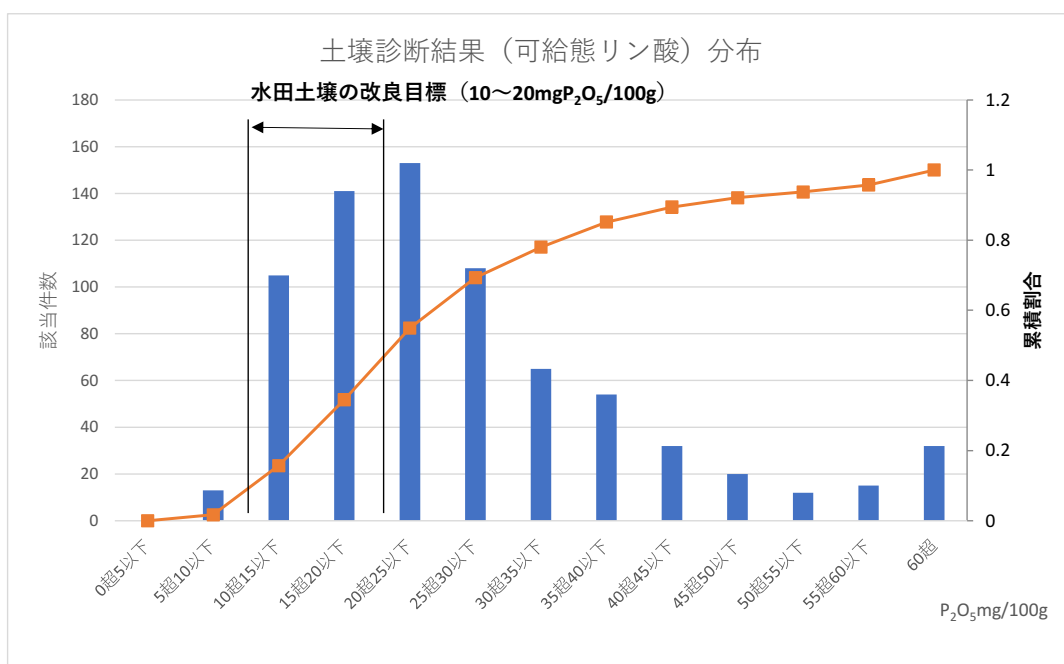


図 IV-14 可給態リン酸の分布（流域全体）

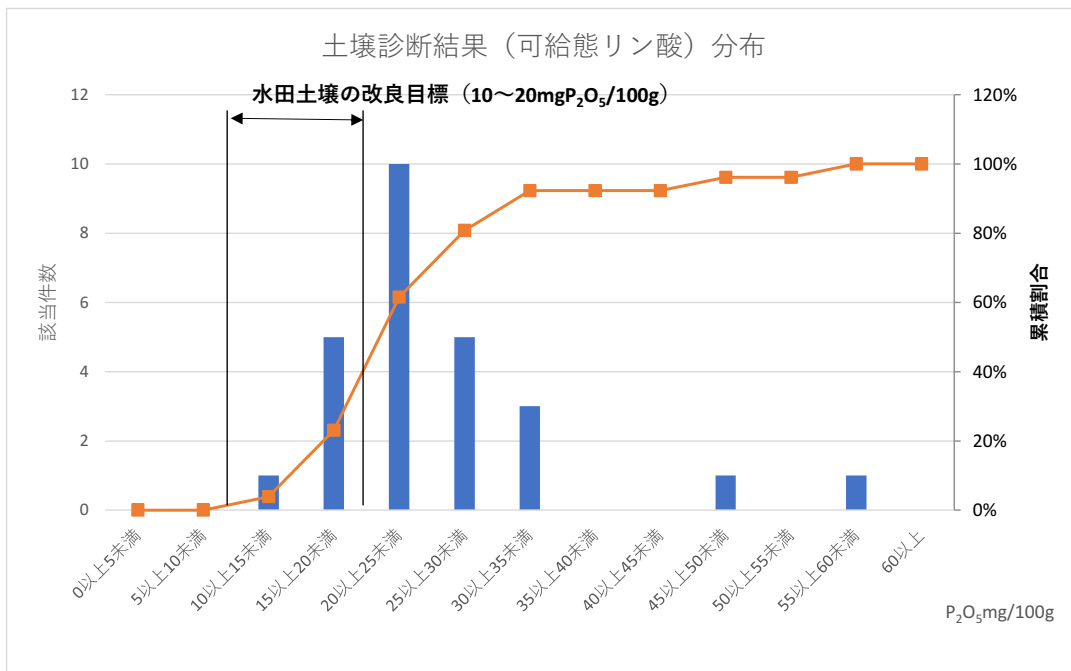


図 IV-15 可給態リン酸の分布（北七区）

V 第7期における対策効果の検証

1 第7期計画における水質目標値の設定根拠

(1) 考慮した対策

第7期計画策定時には、生活排水対策やしゅんせつ、農地対策、ヨシ原の管理、環境用水の導入の効果を予測して水質目標値を設定した。

表 V-1 水質目標設定時に考慮した対策

対策	対策の内容	平成32年度						
		対策あり						対策なし
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	B
生活排水対策(下水道等の整備)	平成28年度以降も下水道、農業集落排水施設、合併処理浄化槽の整備を進める。 (各施設からの放流水質は平成27年度実績値と同じとする。)	○	○	○	○	○	○	
河川、用排水路のしゅんせつ	児島湖流域の河川、用排水路においてしゅんせつを行う	○	○	○	○	○		○
農地対策	平成28年度以降も環境保全型農業の普及を図る。 L字型肥料の普及率60%⇒80%へ	○	○	○				
湖内水草除去、ヨシ原の管理	湖内において過剰に繁茂したヒシ等の除去、ヨシの刈り取りを行い、水生植物の枯死に伴う回帰負荷量を削減する。	○	○			○		○
環境用水の導入	11月～4月にかけて旭川から児島湖水質浄化を目的とした環境用水を2m ³ /s取水する。	○						

(2) 目標値の設定方法

児島湖における観測値から算出した75%値、年平均値と、第7期モデルにより計算した75%値、年平均値は完全には一致しないことから、以下の方法で目標値を設定した。

- ①現況年度と同じ平成27年度の気象条件下で、汚濁負荷量が削減された場合の水質を予測
- ②上記①で予測された値と、平成27年度の計算値との差から、対策による水質改善幅を整理。
- ③上記②で整理した水質改善幅を平成27年度の観測値に加えて、令和2年度の将来水質の目標値を設定。
- ④湖心、樋門について上記①～③の操作を行い、COD75%値は2地点のうち高い方、COD年平均値は2地点の平均値、T-N、T-Pの年平均値は2地点のうち高い方の値を水質目標値とした。

CODについては、環境用水による水質効果が大きいと予測された。

表 V-2 第7期水質目標値の設定結果

地点	項目		実績値 H27	モデル計算値による改善効果			目標値	
				対策あり		対策なし B	対策あり A1	対策なし B (参考)
				A1	A2			
湖心	COD	75%値 mg/L	7.2	-0.4	-0.1	-0.1	6.8	7.1
		年平均値 mg/L	6.9	-0.4	-0.1	0	6.5	6.9
	T-N	年平均値 mg/L	1.1	0	0	0	1.1	1.1
	T-P	年平均値 mg/L	0.17	-0.02	-0.02	0	0.15	0.17
樋門	COD	75%値 mg/L	7.1	-0.3	-0.1	-0.1	6.8	7.0
		年平均値 mg/L	7.0	-0.4	-0.2	-0.1	6.6	6.9
	T-N	年平均値 mg/L	1.1	-0.1	0	0	1.0	1.1
	T-P	年平均値 mg/L	0.16	-0.01	-0.01	0	0.15	0.16

2 第7期モデルを用いた対策効果の検証

(1) 検討ケースの設定

第7期に実施された対策の効果について分析を行うため、気象条件、汚濁負荷量の条件の組み合わせを変更して児島湖水質の計算を行い、汚濁負荷量の削減による水質改善の程度、気象条件の差による水質への影響について分析を行った。

表 V-3 検討ケースの設定 (1)

		気象条件					
		平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	平成31年度	令和2年度
汚濁負荷量	平成27年度	○◆▽	▽	▽	▽	▽	▽
	平成28年度	◆	○				
	平成29年度	◆		○			
	平成30年度	◆			○		
	平成31年度	◆				○	
	令和2年度	◆					○
備考							
○：ケース① 現況再現計算のケース（当該年度の気象条件、汚濁負荷量の条件で計算）							
▽：ケース② 汚濁負荷量が平成27年度と同じであった場合の計算ケース							
◆：ケース③ 気象条件（旭川、高梁川からの農業用水取水も含む）が平成27年度と同じであった場合の計算ケース							
▽と○の計算値の差分：当該年度における汚濁負荷量削減による水質改善効果を示す							
◆と○の計算値の差分：気象条件の違いが児島湖水質へ及ぼす影響の大きさを表す							

なお、水質計算に利用した各年度の排出汚濁負荷量、降水量、農業用水取水量の条件は表 V-4 に示すとおりである。

表 V-4 各年度の排出汚濁負荷量、降水量、農業用水取水量の条件

		単位	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	7期計画 目標値
排出汚濁負荷量	COD	kg/日	9,951	9,905	9,878	9,733	9,625	9,559	9,559
	T-N	kg/日	3,386	3,363	3,412	3,378	3,353	3,330	3,330
	T-P	kg/日	449.2	454.5	442.7	439.4	434.4	431.3	431.3
降水量	樋門	mm	1,226	1,410	1,386	1,365	830	1,127	-
農業用水取水量 (非灌漑期)	旭川合同用水	m ³ /日	30.5	26.4	27.7	26.8	28.0	30.5	-
	八ヶ郷合同用水	m ³ /日	9.6	10.1	9.4	9.3	10.8	9.6	-
※環境用水を除く	十二ヶ郷用水	m ³ /日	25.0	25.4	25.1	24.9	25.3	25.0	-
	計	m ³ /日	65.1	61.9	62.2	61.0	64.1	65.1	60.0
環境用水の導入		-	未実施	未実施	未実施	未実施	未実施	未実施	導水を目指す

(2) 水質計算結果

実際の汚濁負荷量、気象条件で計算したケース①では、排出汚濁負荷量は削減されているにもかかわらず、COD75%値は平成27年度よりも上昇する結果となった。

しかし、実際の汚濁負荷量、気象条件を平成27年度と同じとして計算したケース③では、COD75%値が令和2年度時点で0.13mg/L程度改善される結果となった。

ケース①と③の計算結果が大きく異なり、負荷量削減の効果と比べて年度による気象条件の違いが大きく影響している傾向が認められる。

表 V-5 7期モデルによる湖心の水質計算結果

		単位	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	7期計画 予測値
ケース① 現況再現（当該年度の気象条件、負荷量条件で計算）	COD75%値	mg/L	6.93	7.84	8.13	7.97	8.23	7.09	-
	COD平均値	mg/L	6.62	7.04	7.23	7.18	7.72	7.11	-
	T-N平均値	mg/L	1.19	1.25	1.29	1.32	1.36	1.30	-
	T-P平均値	mg/L	0.154	0.165	0.166	0.163	0.191	0.171	-
ケース② 汚濁負荷量がH27年度のまま推移した場合	COD75%値	mg/L	6.93	7.84	8.17	7.79	8.25	7.23	-
	COD平均値	mg/L	6.62	7.04	7.26	7.11	7.75	7.23	-
	T-N平均値	mg/L	1.19	1.25	1.27	1.31	1.35	1.27	-
	T-P平均値	mg/L	0.154	0.164	0.168	0.165	0.193	0.175	-
ケース③ 気象条件がH27年度と同じ場合	COD75%値	mg/L	6.93	6.96	6.90	6.85	6.86	6.80	-
	COD平均値	mg/L	6.62	6.65	6.62	6.56	6.55	6.50	-
	T-N平均値	mg/L	1.19	1.20	1.21	1.20	1.21	1.20	-
	T-P平均値	mg/L	0.154	0.155	0.153	0.151	0.151	0.150	-

注：網掛けは算定作業中

水質測定日の午前9時30分の計算値を用いて年平均値、75%値を算出している。③のケースについては平成27年度の水質測定日の計算値から算定している。

*7期計画策定時から一部パラメータを変更した7期モデルを用いている

農地対策（L字型肥料の普及）についてはH28-R2年度の実績が不明であるため、普及による効果を予測していない。

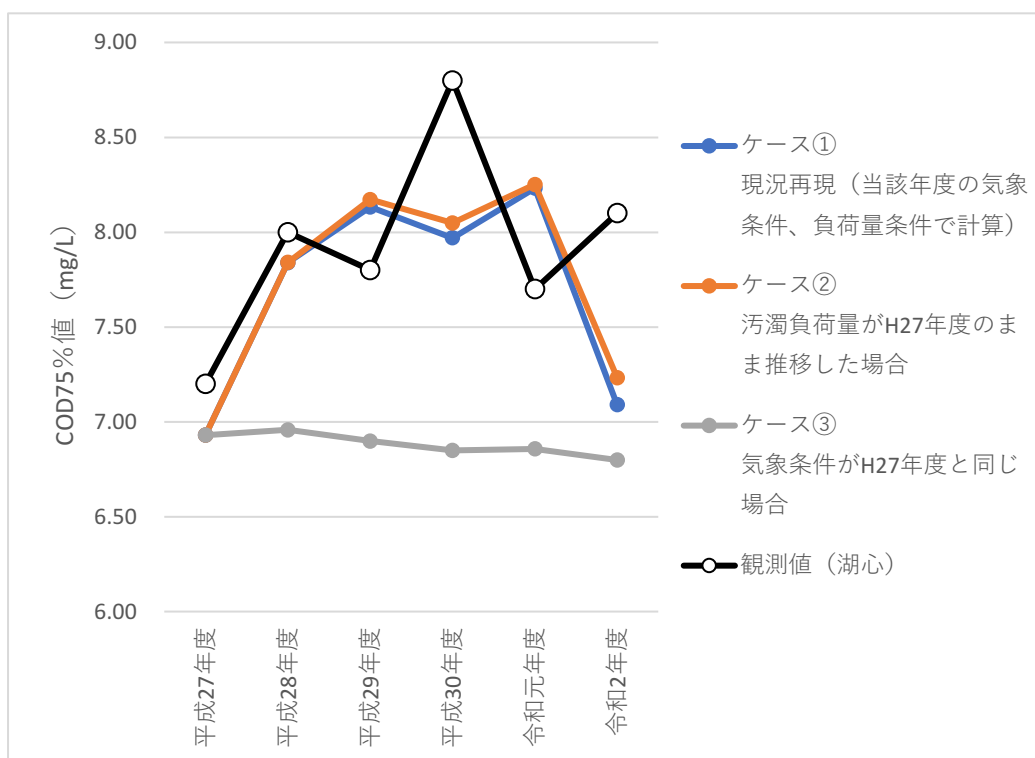


図 V-1 第7期モデルによる湖心の COD75%値計算結果

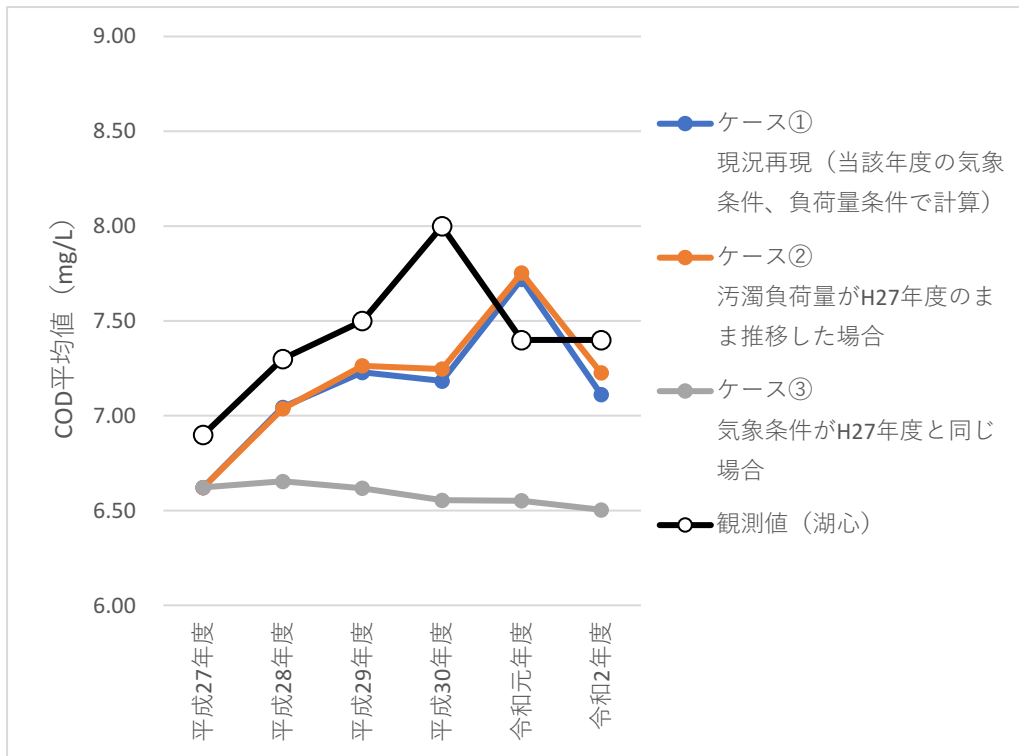


図 V-2 第7期モデルによる湖心のCOD 平均値計算結果

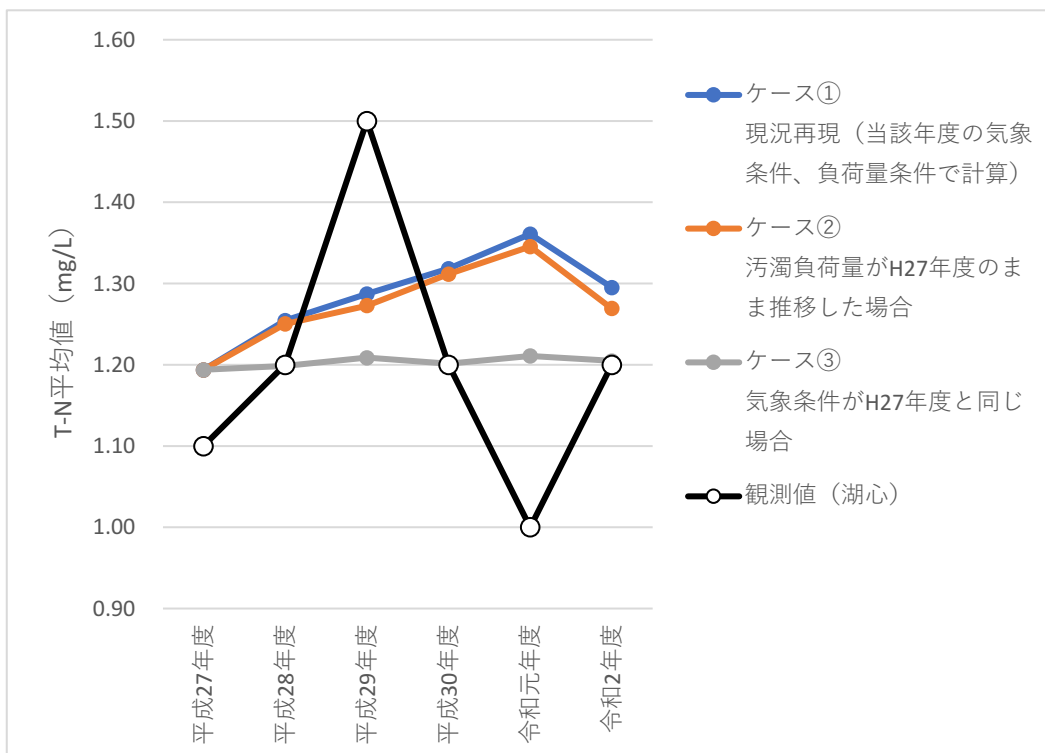


図 V-3 第7期モデルによる湖心のT-N 平均値計算結果

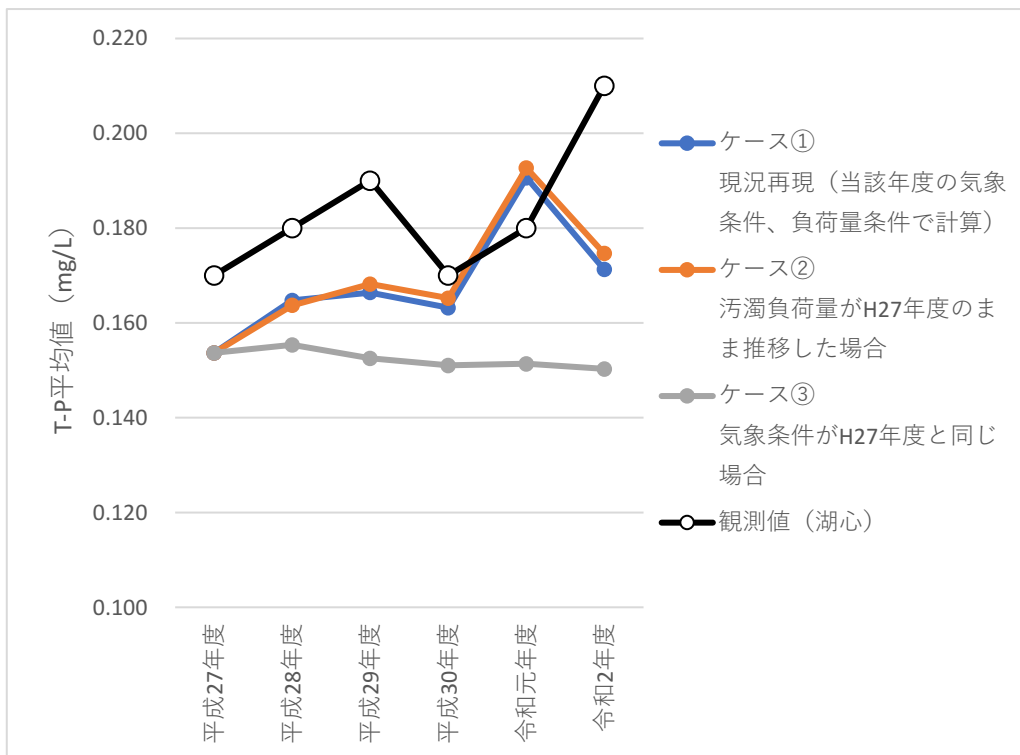


図 V-4 第7期モデルによる湖心の T-P 計算値計算結果

(3) 気象条件の違いが児島湖水質に及ぼす影響の検討

第7期モデルによる日別の計算値より、各月の濃度変動の範囲を図 V-5 に示した。COD は濃度の最小幅 (0.1mg/L) に対して日による変動幅が非常に大きく、各月の代表値をどのように取り出すかによって年間の75%値、年平均値の評価が変わってくる事が考えられた。

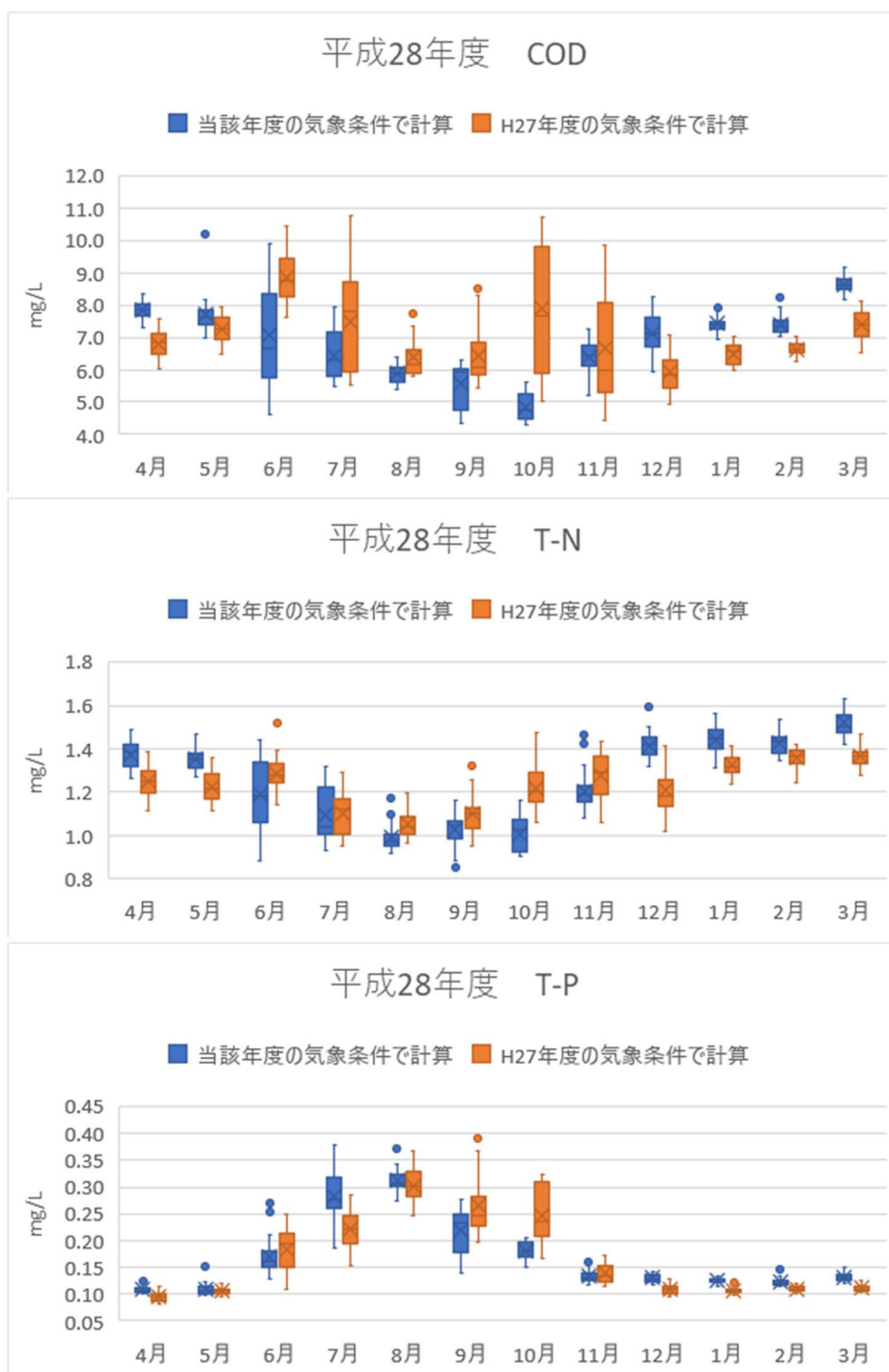


図 V-5 平成 28 年度の各月の濃度変動幅（モデル計算値）

そこで、各月の採水日の計算値から 75 値、年平均値を整理した場合と、各月 30 日間の計算値から月平均値を算定し、75 値、年平均値を整理した場合の比較を行った（表 V-6）。

平成 28 年度の計算結果は、採水日のデータのみを使った場合は COD75 値が

7.8mg/L となるが、計算値の月平均値を使った場合は 7.4mg/L となり、0.4mg/L の差がみられた。同様に、平成 27 年度の気象条件で計算した場合は、採水日の計算値を使うと COD75%値が 7.0mg/L となるが、計算値の月平均値を使った場合は 7.4mg/L となった。

採水日の計算値で 75%値、年平均値を整理すると、気象条件の影響が過大評価となる可能性があると考えられた。

表 V-6 平成 28 年度の各月の計算結果（ケース①、③）

	7期モデルによる計算値																	
	当該年度の気象条件で計算								H27年度の気象条件で計算									
	気象		採水日	COD		T-N		T-P		気象		採水日	COD		T-N		T-P	
	樋門降 水量	滞留日 数	採水日	月平均	採水日	月平均	採水日	月平均	樋門降 水量	滞留日 数	採水日	月平均	採水日	月平均	採水日	月平均	採水日	月平均
mm	日	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mm	日	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
4月	116	10.6	11	8.12	7.85	1.42	1.38	0.11	0.11	121	8.0	20	6.09	6.80	1.17	1.25	0.09	0.095
5月	113	11.8	25	6.98	7.70	1.27	1.35	0.11	0.11	62	12.7	11	6.96	7.27	1.15	1.22	0.10	0.106
6月	434	3.9	12	8.28	7.06	1.25	1.19	0.16	0.17	180	7.7	1	7.64	8.84	1.26	1.28	0.11	0.184
7月	74	7.9	4	7.39	6.45	1.04	1.09	0.24	0.28	210	6.1	6	8.63	7.50	1.17	1.10	0.24	0.221
8月	148	11.7	1	5.61	5.89	1.01	0.99	0.27	0.31	75	11.4	3	5.83	6.38	0.99	1.05	0.25	0.302
9月	267	6.3	12	5.93	5.54	1.00	1.02	0.24	0.22	147	8.0	18	5.83	6.45	0.99	1.10	0.23	0.265
10月	49	11.4	3	4.33	4.84	0.91	1.01	0.17	0.18	32	13.2	5	5.77	7.92	1.12	1.22	0.24	0.247
11月	51	12.5	7	6.51	6.41	1.15	1.20	0.13	0.13	161	8.6	12	7.21	6.66	1.38	1.27	0.15	0.138
12月	90	11.1	8	7.66	7.13	1.46	1.42	0.13	0.13	97	10.0	7	6.03	5.92	1.17	1.21	0.11	0.108
1月	18	14.3	10	7.84	7.42	1.56	1.44	0.15	0.12	38	14.5	4	6.65	6.47	1.29	1.32	0.10	0.106
2月	33	16.6	7	7.18	7.41	1.44	1.43	0.12	0.12	51	10.7	1	6.27	6.62	1.35	1.36	0.13	0.110
3月	17	17.1	6	8.71	8.65	1.55	1.52	0.14	0.13	52	13.6	7	6.93	7.39	1.35	1.36	0.11	0.111
計	1410									1226								
75%値				7.84	7.42								6.96	7.39				
年平均値				7.04	6.86	1.25	1.25	0.16	0.17				6.65	7.02	1.20	1.23	0.16	0.17

※青は各月の第 1 四分位数 (25%値) よりも低いことを示し、赤は第 3 四分位数 (75%値) よりも高いことを示す。

同様に、平成 29 年度～令和 2 年度についても比較を行ったところ、各月の代表値の設定方法による COD75%値への影響は表 V-7 のとおりとなった。

気象条件を平成 27 年度とした場合（ケース③）の、月平均値を採用したケースを見ると、COD75%値は徐々に低下しており、令和 2 年度の時点で平成 27 年度と比べて 0.14mg/L 低下している。

月平均値の値でケース①と③の差を見ると、令和元年度が 0.63mg/L と最も大きくなっている。対策実施による COD 濃度の改善幅 (0.1mg/L 程度) に対して気象条件の影響が 0.03～0.6mg/L 程度あり、対策の効果が見えにくくなっていると考えられる。

表 V-7 各月の代表値の設定方法の違いによる COD75%値への影響 (単位: mg/L)

湖心 COD75%値 単位: mg/L

	ケース①		ケース③		差分 (①-③)	
	採水日	月平均	採水日	月平均	採水日	月平均
平成27年度	6.93	7.38	6.93	7.38	0.00	0.00
平成28年度	7.84	7.42	6.96	7.39	0.88	0.03
平成29年度	8.13	7.46	6.90	7.33	1.23	0.13
平成30年度	7.97	7.79	6.85	7.30	1.12	0.50
令和元年度	8.23	7.92	6.86	7.29	1.37	0.63
令和2年度	7.09	7.57	6.80	7.23	0.29	0.34
令和2年度 -平成27年度	0.16	0.19	-0.13	-0.14	0.29	0.34

湖心 COD平均値 単位: mg/L

	ケース①		ケース③		差分 (①-③)	
	採水日	月平均	採水日	月平均	採水日	月平均
平成27年度	6.62	7.02	6.62	7.02	0.00	0.00
平成28年度	7.04	6.86	6.65	7.02	0.39	-0.16
平成29年度	7.23	7.01	6.62	6.98	0.61	0.03
平成30年度	7.18	7.07	6.56	6.94	0.63	0.12
令和元年度	7.72	7.76	6.55	6.94	1.17	0.82
令和2年度	7.11	7.13	6.50	6.90	0.61	0.23
令和2年度 -平成27年度	0.49	0.11	-0.12	-0.12	0.61	0.23

湖心 T-N平均値 単位: mg/L

	ケース①		ケース③		差分 (①-③)	
	採水日	月平均	採水日	月平均	採水日	月平均
平成27年度	1.19	1.23	1.19	1.23	0.00	0.00
平成28年度	1.25	1.25	1.20	1.23	0.06	0.02
平成29年度	1.29	1.29	1.21	1.24	0.08	0.05
平成30年度	1.32	1.30	1.20	1.24	0.12	0.06
令和元年度	1.36	1.36	1.21	1.24	0.15	0.12
令和2年度	1.30	1.30	1.20	1.24	0.09	0.06
令和2年度 -平成27年度	0.10	0.07	0.01	0.01	0.09	0.06

湖心 T-P平均値 単位: mg/L

	ケース①		ケース③		差分 (①-③)	
	採水日	月平均	採水日	月平均	採水日	月平均
平成27年度	0.154	0.165	0.154	0.165	0.000	0.000
平成28年度	0.165	0.168	0.155	0.166	0.009	0.002
平成29年度	0.166	0.168	0.153	0.163	0.014	0.005
平成30年度	0.163	0.165	0.151	0.163	0.012	0.002
令和元年度	0.191	0.191	0.151	0.162	0.039	0.029
令和2年度	0.171	0.183	0.150	0.162	0.021	0.021
令和2年度 -平成27年度	0.018	0.017	-0.003	-0.004	0.021	0.021

ケース① 現況再現計算のケース (当該年度の気象条件、汚濁負荷量の条件で計算)

(表V-3中の○印のケース)

ケース③ 気象条件 (旭川、高梁川からの農業用水取水も含む) が平成27年度と同じ

であった場合の計算ケース (表V-3中の◆印のケース)

採水日: 採水日の濃度から計算 月平均: 月平均濃度から計算

湖心のCOD75%値、T-N年平均值、T-P年平均值の第7期における観測値とケース①、③の計算値を図V-6～図V-8に示した。ケース①においては排出汚濁負荷量が削減されていてもCOD75%値、T-N年平均值、T-P年平均值が徐々に上昇する結果となっており、概ね観測値の傾向とも整合している。

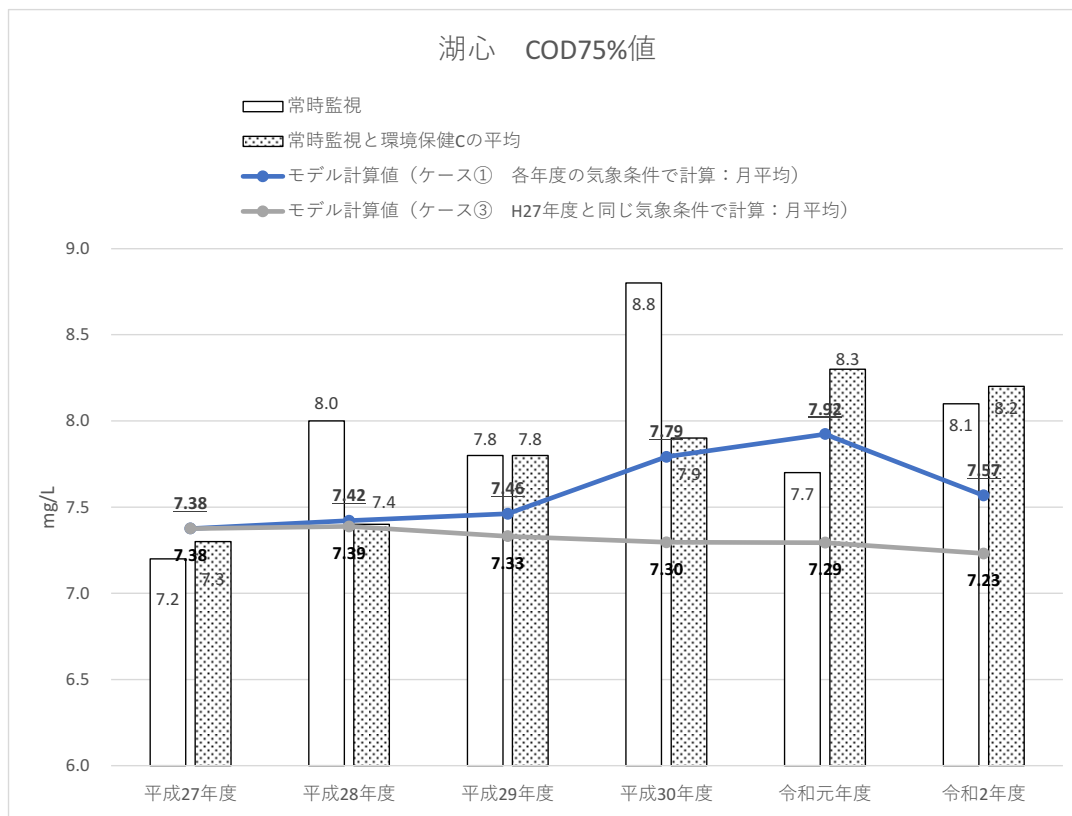


図 V-6 湖心 COD75%値の観測値とモデル計算値

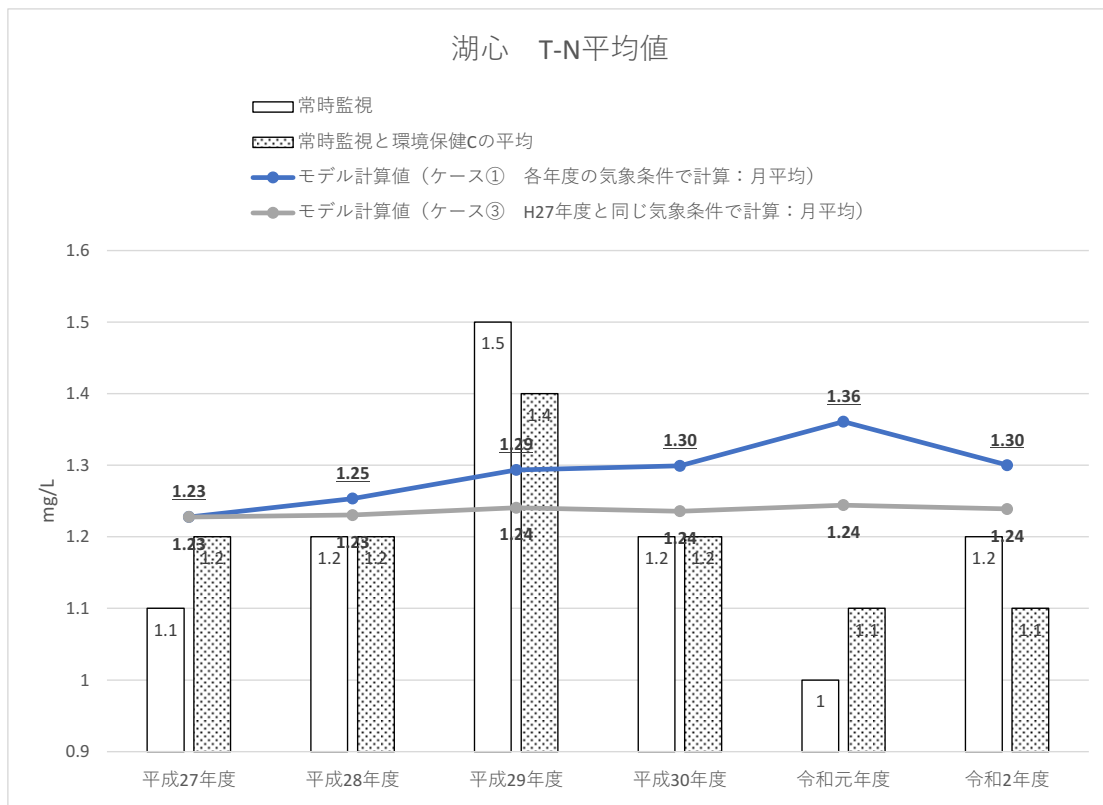


図 V-7 湖心 T-N 平均値の観測値とモデル計算値

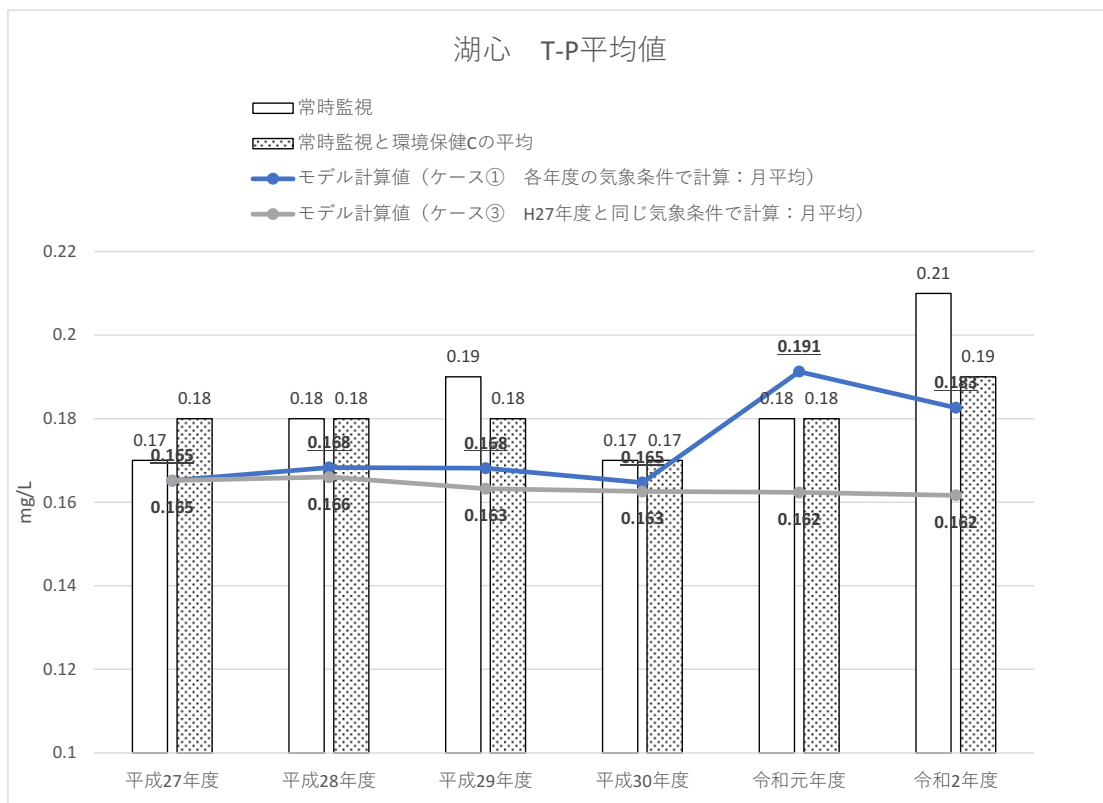


図 V-8 湖心 T-P 平均値の観測値とモデル計算値

3 まとめ

第7期モデルを用いて第7期における対策効果の検証を行った。気象条件を平成27年度と同じと仮定した場合、湖心におけるCOD75%値は0.1mg/L程度低下する結果となり、第7期計画策定時の効果と同程度の効果があったことが把握された。

しかし、各年度の実際の気象条件で計算したところ、COD75%値は平成27年度の気象条件で計算した場合と比べて0.03~0.6 mg/L上昇する結果となった。

第7期の汚濁負荷量削減によって、COD濃度をわずかに低下させる効果はあったと考えられるものの、気象条件の違いによる変動幅の方が大きく、対策の効果が見えにくくなっていると考えられる。

また、児島湖のCOD濃度（観測値）の変動幅がモデル計算値の変動幅と同程度であると仮定すれば、月1回測定したCOD濃度は各月の平均的な状態を捉えていない可能性も考えられる。水質の経年的な傾向（改善、悪化）を的確に把握するためには、各月の濃度変動幅を把握し、変動幅が大きい場合には、各月の測定回数を増やして各月の代表値を適切に把握する必要がある。

公共用水域の常時監視とは別に湖心、樋門で水質調査が実施されていれば、それを活用する方法も考えられる。

VI 第7期計画の評価（素案）

第7期湖沼水質保全計画の評価を以下にとりまとめた。

- ・第7期湖沼水質保全計画の主要事業は、下水道の整備および合併処理浄化槽の整備が計画を下回ったものの、他の事業については計画どおり実施することができた。
- ・水質保全のための規制その他の措置は、L字型肥料の普及面積率は目標値に達しなかったが、合併浄化槽への転換及び道路清掃については目標を達することができた。
- ・排出汚濁負荷量については、COD、T-Nについては計画値にわずかに届かなかったが、T-Pについては計画値を達成した。
- ・令和2年度の児島湖（湖心、樋門）のCOD、T-N、T-Pは、第7期計画の目標水質を達成しなかった。
- ・第7期モデルを用いて対策効果の分析を行ったところ、7期計画における対策によりCOD75%値を0.1mg/L程度低下させる効果があったと推測された。一方で気象条件の違いによりCOD75%値は0.03~0.6mg/L上昇しており、汚濁負荷量の削減効果よりも気象条件の影響が大きく作用したと考えられた。
- ・流出水対策地区における農地対策について、L字型肥料及び局所施肥の普及により化学肥料の施肥量が低減されていると考えられ、T-Nについては用水及び排水の濃度が低下する傾向が認められる。T-Pについては、排水濃度は穏やかに低下しているが用水濃度の上昇も見られており、L字型肥料の普及による効果が発現しているかどうかは、現時点で判断が難しい。なお、圃場における可給態リン酸含有量は、土壌改良の目標値である20mg/100g以上となっている割合が高い。

以上より、「第7期計画の期間は、主要事業のうち、生活排水対策以外は計画どおり事業が実施されたものの、目標水質は達成できなかった」と評価できる。COD、T-Pは依然として環境基準値の達成が厳しい状況であることを踏まえると、さらなる水質汚濁機構の解明、効果的な対策の検討が必要であると考えられる。

また、汚濁負荷量削減による水質改善の効果の程度に比べて、気象条件の違いが当該年度の湖沼水質に及ぼす影響が大きいことを踏まえ、計画における目標値設定の考え方についても検討する必要がある。

資料 3

令和 3 年 7 月 6 日

第 8 期児島湖水質保全計画策定検討会 第 4 回会議 会議資料

第 8 期水質シミュレーションモデル (案)

第8期水質シミュレーションモデル（案）

目次

I 第8期水質シミュレーションモデルの概要	1
1 モデルの構成	1
2 児島湖流域モデルの概要	1
(1) 水量・水質解析の概要	1
(2) 計算条件の設定	4
3 児島湖生態系モデルの概要	4
(1) 児島湖及び七区貯水池の分割	4
(2) 生態系モデル	7
(3) 計算条件の設定	8
4 水質予測モデル変更点新旧比較表	9
5 モデルパラメータ等の設定	39
(1) 児島湖流域モデル	39
(2) 児島湖生態系モデル	41
(3) 流入水質の設定	43
II 第8期モデルの再現性	46
1 巻き上げ考慮による影響	46
2 第8期モデルの再現性	49
(1) 再現性	49
(2) 年間75%値、年平均値	55
3 再現性の考察	59
(1) 検討方法	59
(2) 分析結果	59
(3) 各年度の気象条件の特徴	63
4 まとめ	65

I 第8期水質シミュレーションモデルの概要

1 モデルの構成

流域の汚濁発生源対策、流入河川や湖沼の直接浄化対策による児島湖の水質保全効果を予測し、水質目標値の検討や、児島湖の実態に即した効果的な対策の推進に資することをモデルの目的とする。

第8期の水質予測モデルは、児島湖に流入する水量、水質を算定する「児島湖流域モデル」と湖内の流動と水質を計算する「児島湖生態系モデル」の2つで構成される。

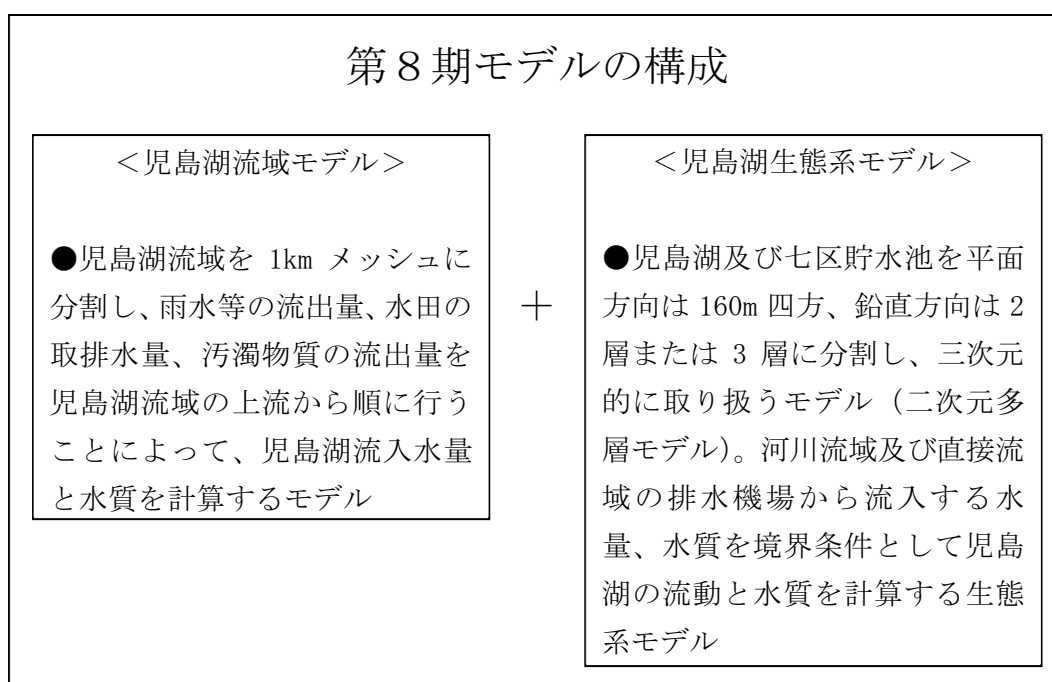


図 I-1 第8期水質予測モデルの構成

2 児島湖流域モデルの概要

(1) 水量・水質解析の概要

児島湖流域モデルは、児島湖流域を 1 km メッシュに分割し、雨水等の流出、水田における取排水、汚濁物質の流出を上流から順に計算し、児島湖に流入する 1 時間ごとの水量および水質を計算するモデルである。

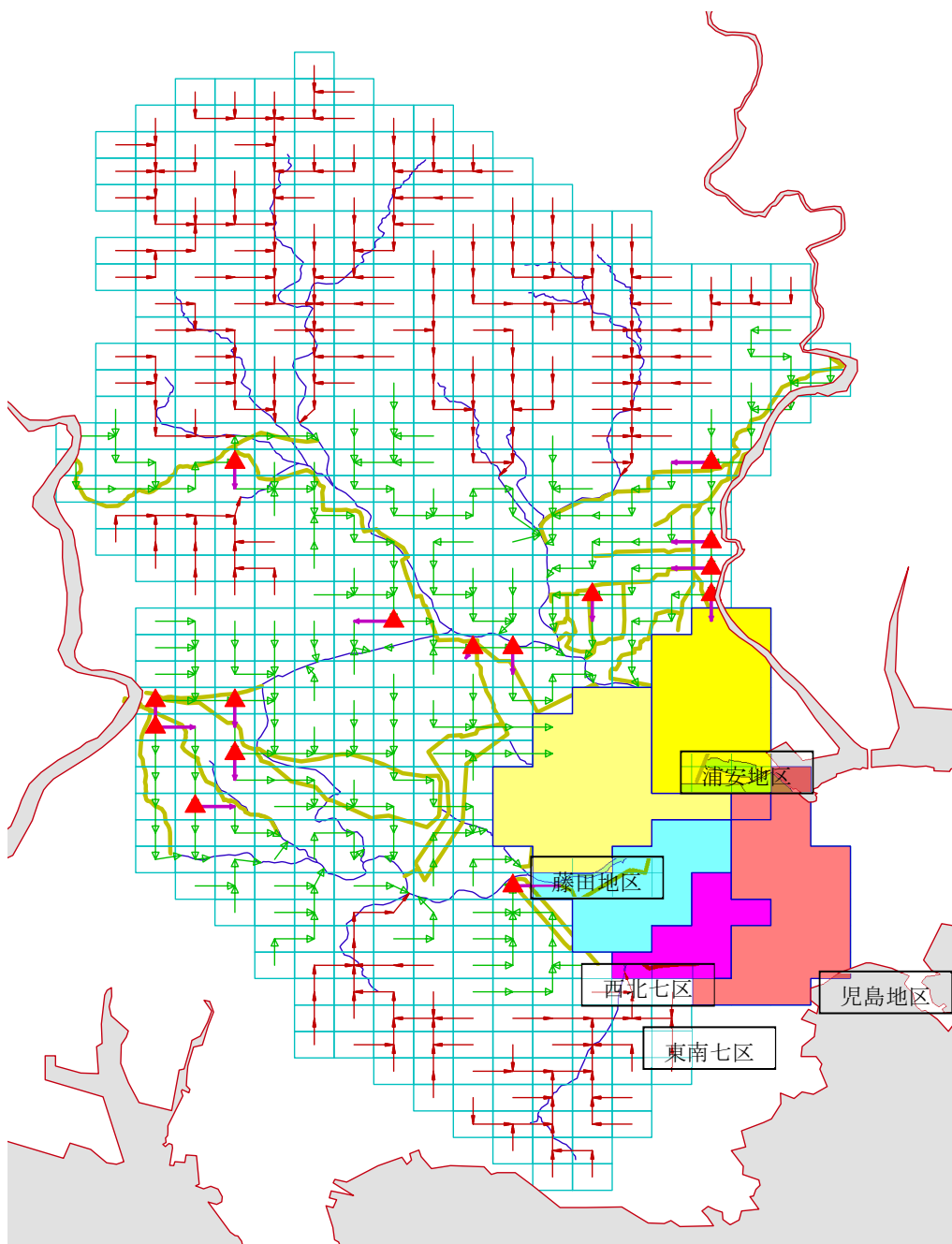


図 I-2 児島湖流域における河川、用排水路の流向の設定

赤線は、河川の流下流向を示し、緑線は用排水路の流下方向を示している。用排水路の流下方向を定義しているメッシュでは、別途河川の流下方向（青線）についても定義している。▲印は用水路において複数方向に水が分配される地点であることを示す。

水量の解析は、1 km メッシュ毎に土地利用別タンクモデルにより計算する。水質の解析は、点源排水負荷や降雨量、施肥量を入力条件として、溶存態及び懸濁態のCOD、窒素、リンの流出過程を計算する。

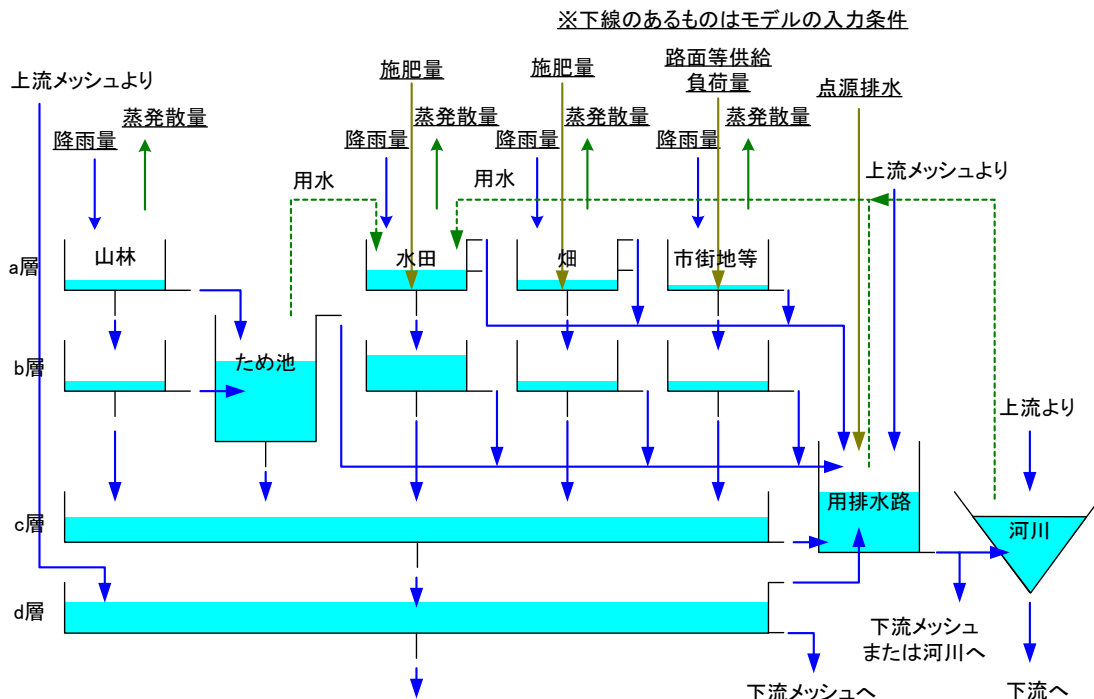


図 I-3 水量解析のための土地利用別タンクモデル

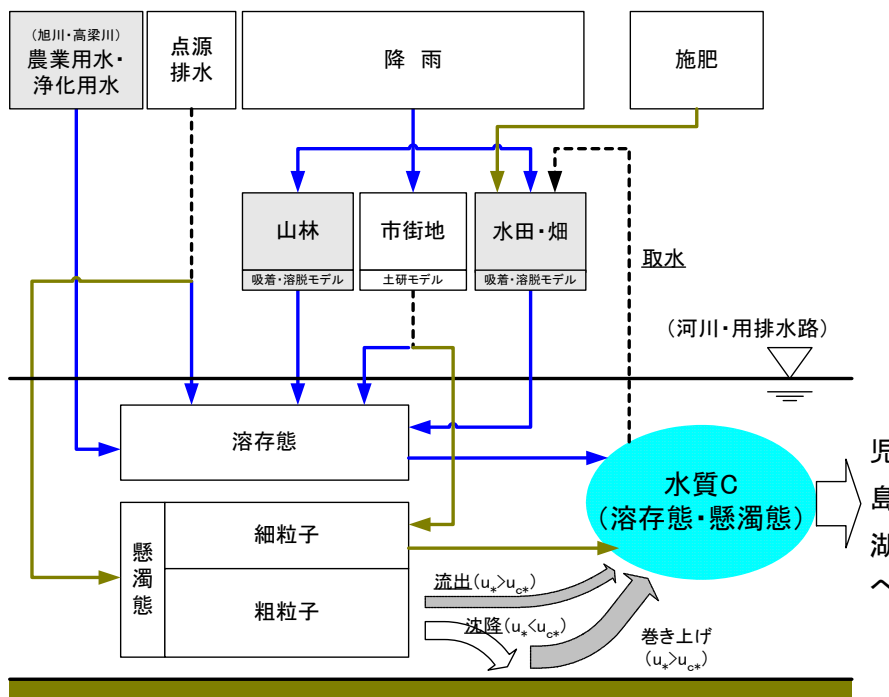


図 I-4 汚濁負荷流出モデルの概要

(2) 計算条件の設定

児島湖流域モデルによる計算を行うため、以下の表に示す項目については気象・水文の観測結果、フレーム調査結果、公共用水域の水質測定結果より与えた。

施肥量や路面等供給負荷量については、モデルパラメータとして与えた。

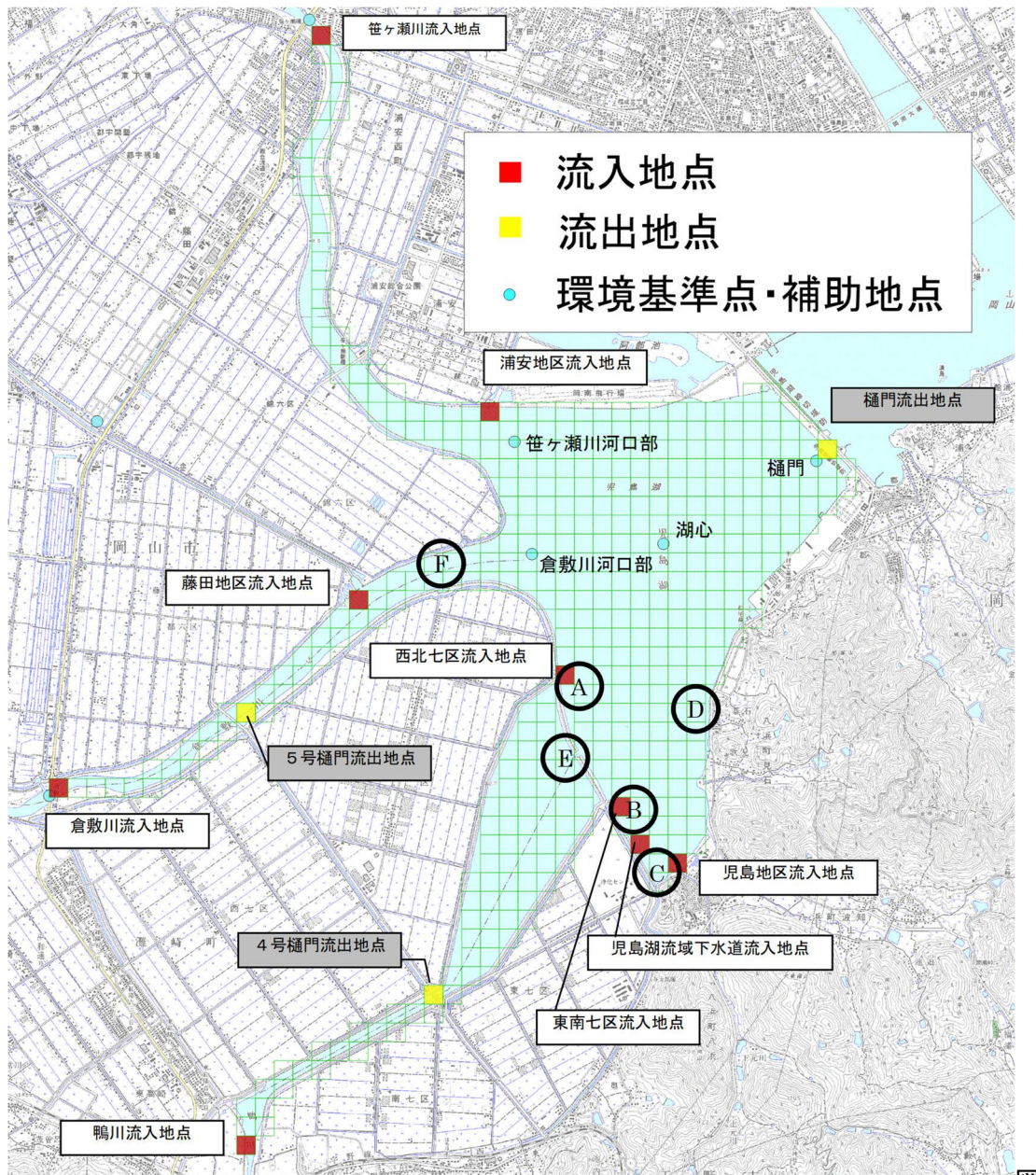
表 I-1 流域モデル計算のための設定項目と設定方法

設定項目	設定方法	データの出典
降雨量	計算対象年度の岡山地方気象台及びアメダス（倉敷、玉野、日応寺）の時間降雨量を用いた。ティーンセン分割を行い、4地点のいずれかの降雨データを与えた。	気象庁
可能蒸発散量	Hamon 式により、気温と可照時間から算定した。	気象庁
高梁川、旭川からの農業用水取水量	旭川合同用水、十二カ郷用水、倉敷用水・八カ郷用水・備前樋用水の取水量を用いた。	岡山県調べ
生活系排水量	毎年度のフレーム調査により把握された、下水道、農業集落排水施設、し尿処理施設からの排水量のほか、各戸から排出される浄化槽排水量、雑排水量を用いた。	岡山県調べ
産業系排水量	毎年度のフレーム調査により把握された特定事業場からの排水量、非特定事業場から排出される排水量を用いた。	岡山県調べ
土地利用別面積	毎年度のフレーム調査により把握された市町別・ブロック別の土地利用面積（水田、畑、山林、市街地等）を用いた	岡山県調べ
高梁川、旭川の COD、T-N、T-P 濃度	公共用水域の水質調査結果より、高梁川は湛井堰、川辺橋、旭川は合同堰、乙井手橋の毎月の測定結果を用いた。	公共用水域の水質測定結果（岡山県）
生活系、産業系、畜産系の汚濁負荷量	毎年度のフレーム、汚濁負荷量調査により把握された値を与えた。	岡山県調べ

3 児島湖生態系モデルの概要

(1) 児島湖及び七区貯水池の分割

COD、T-N、T-P 濃度の空間的な分布、及び底層の溶存酸素（DO）濃度の計算を行うため、児島湖及び七区貯水池を平面方向は 160m 四方に分割し、鉛直方向は 2層または 3層に分割した。



図

図 I-5 児島湖及び七区貯水池のメッシュ分割（160m×160m メッシュ）

注1：浦安地区の排水は浦安東排水機場、藤田地区の排水は国営妹尾川排水機場、西北七区の排水は七区排水機場、東南七区の排水は東南七区排水機場、児島湖流域下水道からの放流水は、浄水事務所地点から児島湖に流入するとした。児島地区の排水は八浜地点に流入するとしている。また、児島湖からの流出は樋門、北七区への取水地点となっている5号樋門、4号樋門の3地点を設定している。

注2：地点A～Fは、岡山県備前県民局建設部児島湖流域浄水班により水質測定が行われている地点。

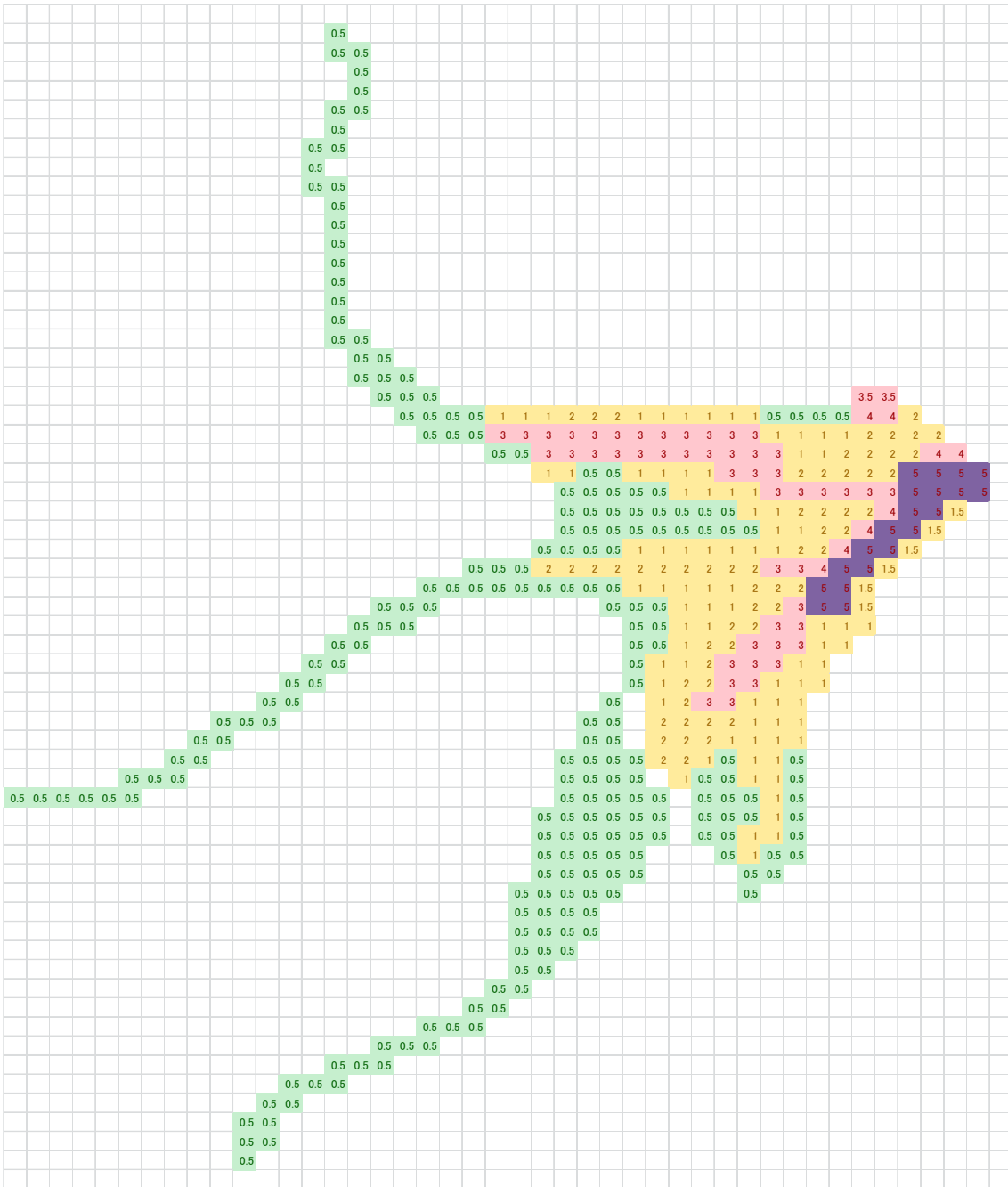


図 I-6 児島湖の湖底形状の設定結果

数値は、水位が A.P.+0m のときの深度を示す。紫色のメッシュは鉛直方向を 3 層に分割し、その他のメッシュは鉛直方向を 2 層に分割した。

(2) 生態系モデル

第8期の生態系モデルは、第7期の生態系モデルを基本として、湖底に沈降した懸濁無機物、藻類、難分解懸濁有機物、デトリタスの巻き上げを考慮することとした。巻き上げは、湖底に働くせん断応力が限界せん断応力を超えたときに生じるモデルとした。また、透明度予測式を適用するため、計算対象項目をSSから懸濁無機物PIMに変更した。

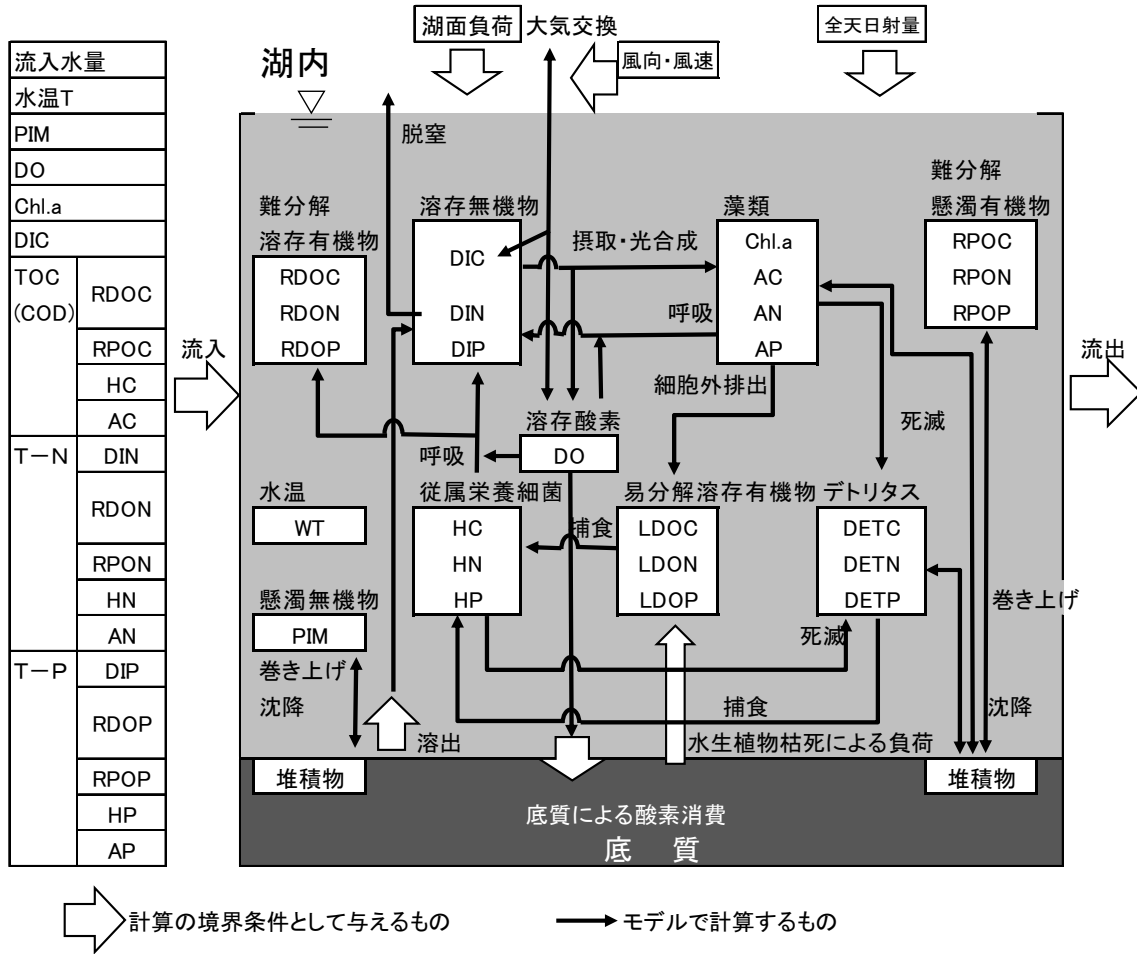


図 1-7 児島湖生態系モデル (第8期) の概要

計算対象とする水質項目は、1：水温、2：懸濁無機物 (PIM)、3：溶存酸素 (DO)、4：アルカリ度、5：溶存無機炭素 (DIC)、6：溶存無機態窒素 (DIN)、7：溶存無機態りん (DIP)、8：易分解性 DOC (LDOC)、9：易分解性 DON (LDON)、10：易分解性 DOP (LDOP)、11 難分解性 DOC (RDOC)、12：難分解性 DON (RDON)、13：難分解性 DOP (RDOP)、14：藻類の炭素成分 (AC)、15：藻類の窒素成分 (AN)、16：藻類のりん成分 (AP)、17：クロロフィル a (Chl.a)、18：デトリタスの炭素成分 (DETC)、19：デトリタスの窒素成分 (DETN)、20：デトリタスのりん成分 (DETP)、21：従属栄養細菌の炭素成分 (HC)、22：従属栄養細菌の窒素成分 (HN)、23：従属栄養細菌のりん成分 (HP)、24：難分解性 POC(RPOC)、25：難分解性 PON (RPOC)、26：難分解性 POP(RPOP)である。

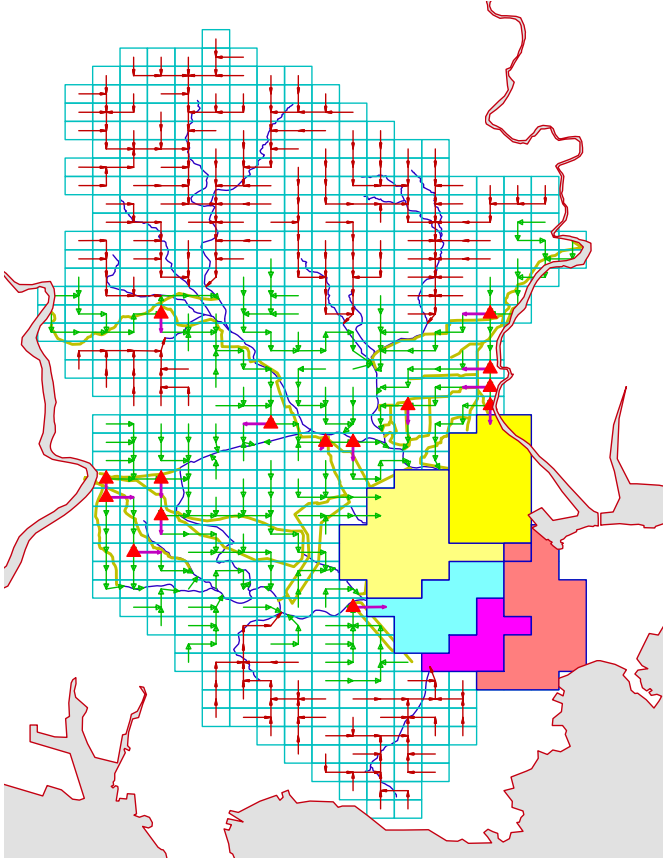
(3) 計算条件の設定

児島湖生態系モデルの計算を行うために、以下の項目については気象の観測結果、樋門開閉操作月報、児島湖流域モデルの計算結果より与えた。

表 I-2 児島湖生態系モデル計算のための設定項目と設定方法

設定項目	設定方法	データの出典
湖面降雨量(mm/日)	樋門における日降雨量を与えた。	児島湾土地改良区
風向、風速 (m/s)	岡南飛行場における観測結果より与えた	岡山県
気温 (°C)	岡山地方気象台における観測結果を与えた。	気象庁
相対湿度 (%)	岡山地方気象台における観測結果を与えた。	気象庁
雲量(-)	岡山地方気象台における観測結果を与えた。	気象庁
日射量 (MJ/m ²)	岡山地方気象台における日照時間の観測結果、児島湖湖心の緯度(34.579246°)より、特別日射量を計算し、これを用いた。	気象庁
樋門放流量(m ³ /s)	樋門開閉操作月報より把握される水位低下量(cm)に児島湖の面積を乗じることにより、樋門開放時の放流量を与えた。	児島湾土地改良区
河川等からの流入量(m ³ /s)	児島湖流域モデルによる計算値を用いた。 児島湖流域下水道の放流量については年度平均値を与えた。	—
湖面降雨の水質濃度(mg/L)	湖面負荷量の算定に用いられている以下の値を用いた。 TOC : 4.891 mg/L T-N : 1.730 mg/L T-P : 0.068 mg/L	—
河川等からの流入水質の濃度(mg/L)	児島湖流域モデルによる計算値を用いた。 児島湖流域下水道の放流水質については年度平均値を与えた。 RDON = 1 mg/L DIN = 放流水の T-N 濃度 - RDON 濃度 RDOP = 放流水の T-P 濃度 (mg/L) DIP = 0 (mg/L)	—

4 水質予測モデル変更点新旧比較表

第7期計画モデル	第8期計画モデル
<p>1 流域の分割</p> <p>流域を1kmメッシュに分割し、雨水等の流出量、水田の取排水量、水質の計算を上流から順に行う。直接流域は1kmメッシュを統合することによって、浦安地区、藤田地区、西北七区、東南七区、児島地区の4つに分割した。</p>  <p>赤線は河川の流下流向を示し、緑線は用排水路の流下方向を示している。用排水路の流下方向を定義しているメッシュでは別途河川の流下方向（青線）についても定義している。▲印は用水路において複数方向に水が分配される地点である。</p>	<p>1 流域の分割</p> <p>変更なし</p>

第7期計画モデル

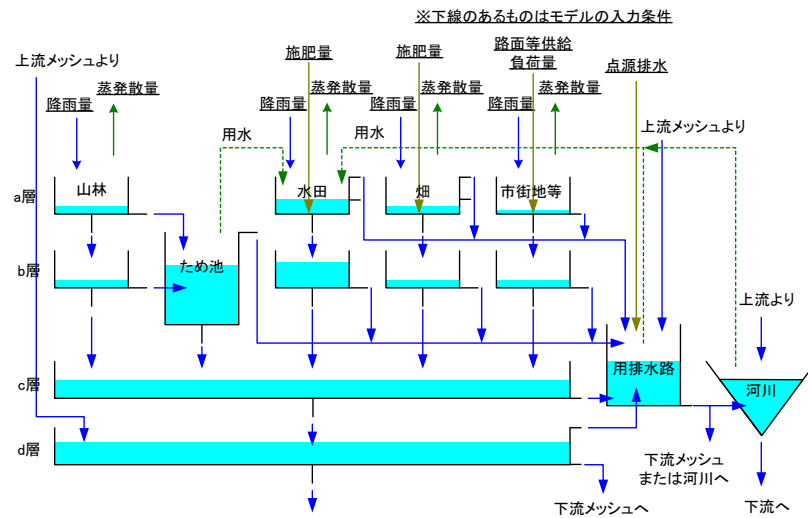
2 土地利用別タンクモデルによる水量解析モデル

メッシュ毎にタンクモデルを適用し、上流から順次流出量、流出負荷量を計算する。

モデルの入力条件は、降雨量、可能蒸発散量、点源排水量及び負荷量（生活系、産業系、畜産系）、旭川・高梁川からの取水量（負荷量）、農地（水田、畑）では施肥量と水田の時期別維持湛水深、市街地等では路面等供給負荷量である。

水田の取水量は時期別の維持湛水深を満たすように用排水路、ため池、河川から取水するとして計算している。（かけ流しの実態はないとしている。）

各タンクの面積は、ブロック別フレームの値（水田、畑、山林、市街地等の面積）を各メッシュに配分した値を用いている。点源排水についても、ブロック別汚濁負荷量を土地利用状況や下水道の整備状況を勘案して各メッシュに配分した値を用いている。



入力条件の降雨量にはアメダス（岡山、倉敷、日応寺、玉野の4カ所）の時間データを使用した。

第8期計画モデル

2 土地利用別タンクモデルによる水量解析モデル

変更なし

第7期計画モデル

第8期計画モデル

蒸発散量は、Hamon 式により可能蒸発散量 E_p を算出し、地表面タンクの水位と比較して、小さい方を蒸発散量 E として設定した。

可能蒸発散量とは、山の無い平地で雲がない日における理論上の蒸発、蒸散可能量を示す。可照時間とは、日の出から日の入りまでの時間をいう。

$$E_p = 0.140D_0^2 q_t$$

$$q_t = 5.0470 \exp(0.0606T) \quad (T \geq 0)$$

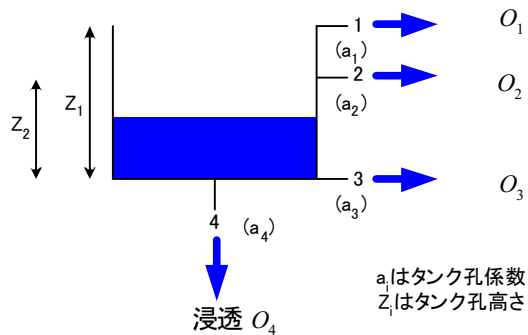
$$q_t = 6.464 \exp(0.0817T) \quad (T < 0)$$

E_p : 可能蒸発散量 (mm/日)

D_0 : 12 時間を 1.0 とした可照時間 (-)

q_t : 飽和絶対湿度 (g/m^3)、 T : 気温 ($^{\circ}C$)

児島湖流域モデル (タンクモデル) で用いられるタンクの構成は以下に示すとおりである。



O_i : タンクからの流出高 (mm/h)

a_i : タンク孔 i の係数 (1/h)

Z_i : タンク孔 i の高さ (mm)

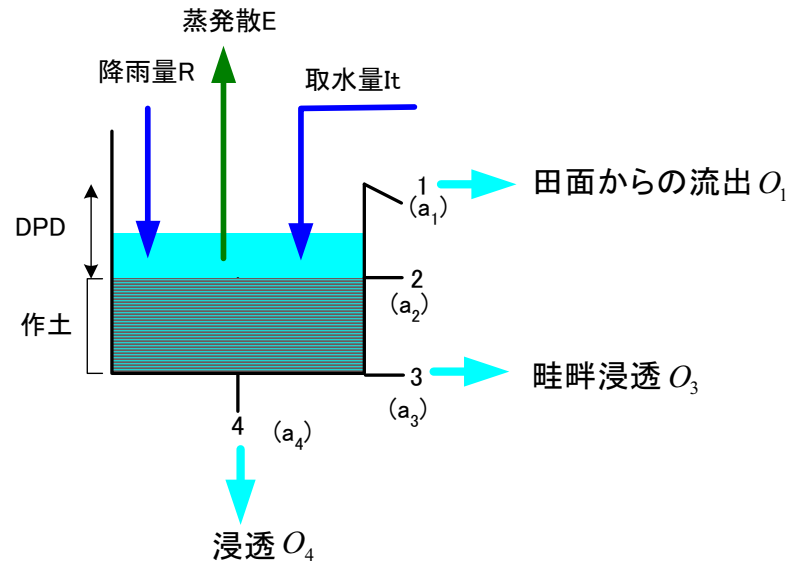
それぞれの土地利用における水量解析に係る基礎式は以下のとおりで

第7期計画モデル	第8期計画モデル
<p>ある。</p> <p>1) 市街地（屋根・道路）及び b, c, d 層（線形貯留関数法）</p> <p>[連続式]</p> $\frac{dh}{dt} = R - E - \sum O_i \quad (i = 1, 2, 3, 4)$ <p>[運動式]</p> $O_i = a_i(h - Z_i)$ <p>h: タンク水深 (mm) R: 降雨量 (mm/h) E: 蒸発散量 (mm/h) O_i: 孔 i からの流出量 (mm/h) a_i: 孔 i のタンク孔径 (1/h)</p> <p>2) 山林・畑等浸透域（非線形貯留関数法）</p> <p>山林等浸透域の表面流出、中間流出は非線形性が強い現象であり、短長期的な流出解析を実施する場合には、その非線形性を再現する必要がある。</p> <p>このため、Manning 則、Darcy 則により表面流出量、中間流出量を与えることとした。収支式、浸透量、流出量を与える計算式は以下の通りである。</p> <p>[連続式]</p> $\frac{dh}{dt} = R - E - \sum O_i \quad (i = 2, 3, 4)$ <p>[運動式]</p> $O_2 = \frac{1}{A_T} \alpha A^m \times 3600 \times 10^3$ $O_3 = \frac{1}{A_T} K(h) B Z_2 i \times 3600 \times 10^3$	<p>1) 市街地（屋根・道路）及び b, c, d 層（線形貯留関数法）</p> <p>変更なし</p> <p>2) 山林・畑等浸透域（非線形貯留関数法）</p> <p>変更なし</p>

第7期計画モデル	第8期計画モデル
<p> $O_4 = a_4 h$ $\alpha = \frac{\sqrt{i}}{nB^{2/3}}, A = B(h - Z_2), m = \frac{5}{3}$ (Manning 型) $K(h) = K_{sat} Se^{0.5} (1 - (1 - Se)^2)$ $Se = \frac{h}{Z_2}$ A_T: タンク面積 (m²) a_4: タンク孔径 (1/h) B: 表面・中間流出の流出幅 (m) $K(h)$: 水深が h の時の不飽和透水係数 (m/s) K_{sat}: 飽和透水係数 (m/s) Se: 水分飽和度 (-) i: 地表面勾配 (-) n: 粗度係数 (m^{-1/3}・s) </p> <p>3) 水田 (線形貯留関数法)</p> <p>農業の水利用実態の反映が可能なモデルとして、維持湛水深 (DPD : Desired Ponding depth) という考え方を採用した。これは、表面タンクを実際の水田と見立て、水田の管理状況から決定される必要水深を維持湛水深とするものである。水田における用水量はこの維持湛水深を満足するために補給され、その最大補給量は、農業水利事業の計画値 (水利権推量) を超えないものとして考える。</p> <p>維持湛水深 (DPD) は、水稻暦にあわせて設定した。</p>	<p>3) 水田 (線形貯留関数法)</p> <p>変更なし</p>

第7期計画モデル

第8期計画モデル



[連続式]

$$\frac{dh}{dt} = R + I_t - E - \sum_i O_i \quad (i=1, 2, 3, 4)$$

[運動式]

$$O_i = \alpha_i (h - Z_i) \quad (i=1, 2, 3, 4)$$

$$Z_1 = Z_2 + DPD$$

$$I_t(n) = \max(0, Z_1|^{n-1} - h|^{n-1} + R|^{n-1} - E|^{n-1})$$

I_t : 取水量 (mm/h)

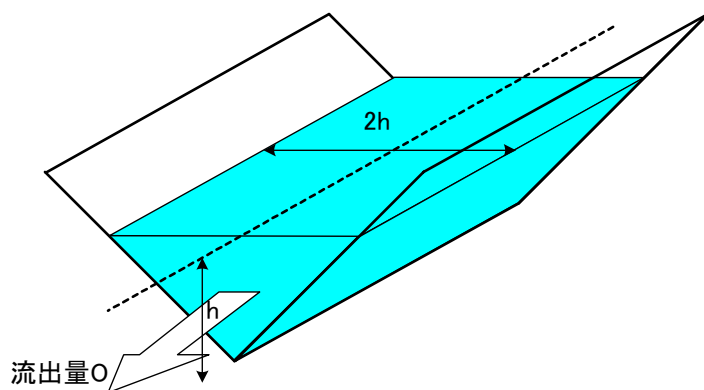
DPD : 当該時刻における維持湛水深 (mm)

第7期計画モデル

第8期計画モデル

4) 用排水路 (非線形貯留関数法)

用排水路については、図に示すような、擬似三角形水路を想定した。連続式、運動式は以下のとおりである。運動式は短期流出の非線形性を再現するため、Manning 則によった。



4) 用排水路 (非線形貯留関数法)

変更なし

[連続式]

$$\frac{dS}{dt} = I - O$$

[運動式]

$$O = \alpha h^m$$

$$\alpha = \left(\frac{\sqrt{2}}{4} \right)^{2/3} \frac{\sqrt{i}}{n} \quad m = \frac{8}{3} \quad (\text{Manning 型})$$

S : 貯留量 (m^3)

h : 用排水路の水深 (m)

I : 用排水路への流入量 (m^3/s)

O : 流出量 (m^3/s)

i : 勾配 (-)

n : 粗度係数 ($\text{m}^{-1/3} \cdot \text{s}$)

第7期計画モデル

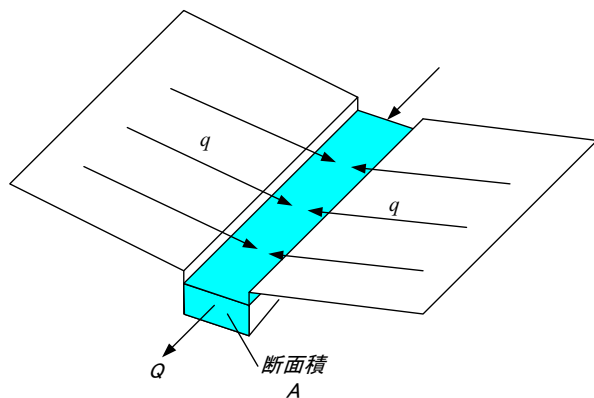
第8期計画モデル

5) 河川 (Kinematic Wave 法)

洪水追跡を可能とするため、Kinematic Wave 法を適用した。

5) 河川 (Kinematic Wave 法)

変更なし



[連続式]

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$

[運動式]

$$Q = \alpha A^m$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{i}}{n \cdot B_r^{2/3}}, \quad m = 5/3 \quad (\text{Manning 型})$$

A: 断面積 (m²)

Q: 流出量 (m³/s)

q: 斜面単位幅流量 (m³/m/s)

B_r: 河道幅 (m)

i: 河床勾配 (-)

第7期計画モデル

3 負荷量解析

1) 市街地 (屋根・道路)

土研モデルにより市街地等からの流出負荷量を計算した。

$$\frac{dS_a}{dt} = as - O_L$$

$$O_L = kwp \cdot S_a \cdot q_s$$

S_a : 単位面積当たりの堆積負荷量 (g/m^2)

as : 路面等供給負荷量 ($g/m^2/s$)

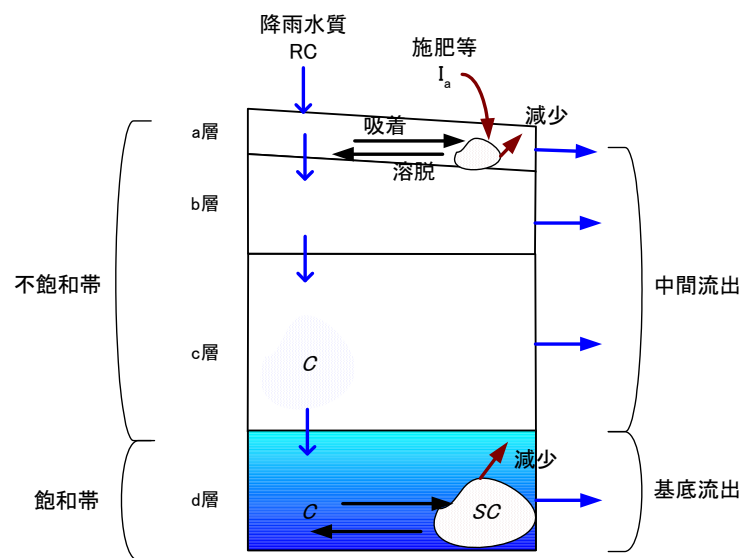
O_L : 雨天時に流出する負荷量 ($g/m^2/s$)

kwp : 掃流係数 ($1/mm$)

q_s : タンクからの流出高 (mm/s)

2) 農地・山林等浸透域及び b~d 層 (吸着・溶脱モデル)

農地、山林等浸透域 (a 層)、b~d 層における吸着・溶脱モデルは以下に示すとおりである。



第8期計画モデル

3 負荷量解析

1) 市街地 (屋根・道路)

変更なし

2) 農地・山林等浸透域及び d 層 (吸着・溶脱モデル)

変更なし

第7期計画モデル

第8期計画モデル

[a 層-溶解性物質]

$$A \frac{d(C_a h_a)}{dt} = RC \cdot R \cdot A - L_{out} - k_{a1} C_a h_a A + k_{a2} SC_a Z_i A$$

(降雨負荷) (吸着) (溶脱)

[a 層-土壌内蓄積量]

$$A \frac{d(SC_a Z_a)}{dt} = k_{a1} C_a h_a A - k_{a2} SC_a Z_a A - k_g SC_a Z_a A + I_a$$

(吸着) (溶脱) (減少)
(施肥、または取水に伴う懸濁態物質)

[d 層-溶解性物質]

$$A \frac{d(C_i h_i)}{dt} = L_{in} - L_{out} - k_i (C_i h_i - r \frac{SC_{i0} + SC_i}{SC_{i0}} SC_i Z_i) A$$

(吸着) (溶脱)

[d 層-土壌内蓄積量]

$$A \frac{d(SC_i Z_i)}{dt} = k_i \left(C_i h_i - r \frac{SC_{i0} + SC_i}{SC_{i0}} SC_i Z_i \right) A - k_g SC_i Z_i A$$

(吸着) (溶脱) (減少)

C_i : i 層の溶存態物質の濃度 (g/m³)

h_i : i 層のタンク水深 (m)

A : タンク面積 (m²)

L_{in} : 上層タンクからの溶存態物質の流入負荷量 (g/s)

L_{out} : 溶存態物質の流出負荷量 (g/s)

RC : 降雨水質 (g/m³)

ka_1 : a 層の吸着速度係数 (1/s)

ka_2 : a 層の脱着・可溶化速度係数 (1/s)、

k_i : i 層における吸脱着速度係数 (1/s)

γ : 吸着平衡定数 (-)

SC_{i0} : i 層の土壌内飽和蓄積量 (g/m³-tank)

SC_i : 土壌内蓄積量 (g/m³-soil)

第7期計画モデル	第8期計画モデル
<p>Z_i : i 層の層圧 (m) K_g : 減少速度係数 (1/s)</p> <p>3) 用排水路、河川 溶存態、懸濁態物質それぞれについての連続式、流出負荷量を与える式は以下のとおりである。懸濁態物質については、粗粒子については限界摩擦速度 u_{*c} を岩垣の式で与えることにより、沈降、巻き上がりの状況を再現できるようにした。</p> <p>(溶存態物質の連続式等)</p> $\frac{d(S_D V)}{dt} = I_D - O_D - k S_D V$ $O_D = S_D Q$ <p>S_D : 水中の溶存態物質濃度 (g/m^3) V : 用排水路、河川に貯留されている水量 (m^3) I_D : 溶存態物質の流入量 (g/s) O_D : 溶存態物質の流出量 (g/s) Q : 流出量 (m^3/s) k : 自浄係数 (1/s)</p> <p>(懸濁態(細粒子)の連続式等)</p> $\frac{d(S_{SF} V)}{dt} = I_{SF} - O_{SF}$ $O_{SF} = S_{SF} Q$ <p>S_{SF} : 水中の懸濁態(細粒子)の物質濃度 (g/m^3) I_{SF} : 懸濁態細粒子の流入量 (g/s) O_{SF} : 懸濁態細粒子の流出量 (g/s)</p>	<p>3) 用排水路、河川</p> <p>変更なし</p>

第7期計画モデル

第8期計画モデル

(懸濁態(粗粒子)の連続式等)

$$\frac{d(S_{SC}V)}{dt} = I_{SC} - O_{SC} - \varphi \quad (\text{水中の粗粒子に関する連続式})$$

$$O_{SC} = S_{SC}Q$$

$$\frac{dS_b}{dt} = \varphi \quad (\text{河床に堆積した粗粒子に関する連続式})$$

$$\varphi = I_{SC} \quad (u_* \leq u_{*c} \text{ の場合、沈降})$$

$$\varphi = -S_b \quad (u_* > u_{*c} \text{ の場合、巻き上がり})$$

$$u_* = \sqrt{gRi}$$

S_{SC} : 水中の懸濁態粗粒子の物質濃度 (g/m^3)

S_b : 河床に堆積した粗粒子物質質量 (g)

I_{SC} : 懸濁態粗粒子の流入量 (g/s)

O_{SC} : 懸濁態粗粒子の流出量 (g/s)

φ : 沈降量または巻き上がり量 (g/s)

u_* : 摩擦速度 (m/s)

u_{*c} : 限界摩擦速度 (m/s)

g : 重力加速度 ($=9.81\text{m}/\text{s}^2$)

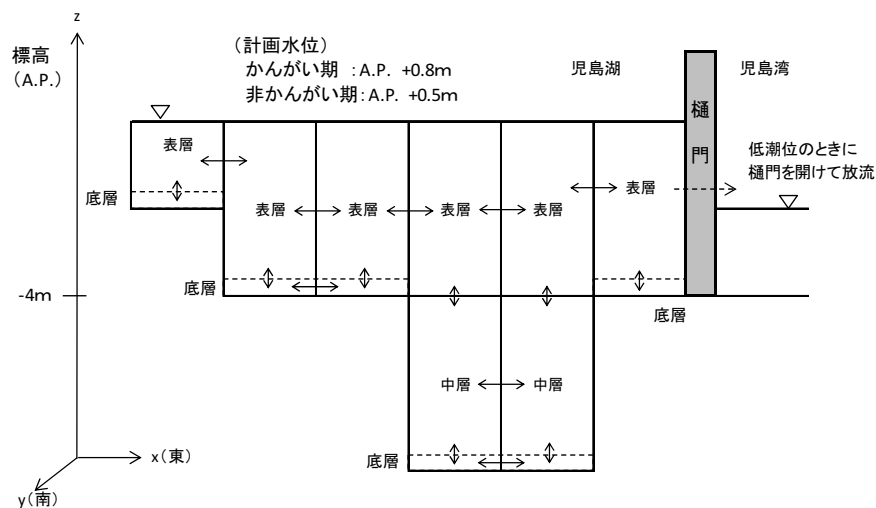
R : 径深 (m)

i : 水路または河川勾配 (-)

第7期計画モデル

第8期計画モデル

鉛直方向の分割は、底層が湖底～湖底 10cm 上、中層は湖底 10cm 上～A.P. - 4m、表層は A.P. - 4m～水面、または湖底 10cm 上～水面とした。
水深が異なるメッシュ間では、同じ底層であっても底層間に流れはないものとしている。



2 流れ解析 (平面二次元多層モデル)

湖内の流れは、非圧縮性流体を仮定し、ブシネスク近似 (静水圧近似) を適用した以下の運動量保存式と連続式により計算した。差分法は前進差分とし、スタッカード・スキーム法で、流速、水深を逐次計算した。

2 流れ解析 (平面二次元モデル)

変更なし

第7期計画モデル

第8期計画モデル

(運動量保存式)

$$\frac{Du}{Dt} = fv - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(v_{th} \frac{\partial \bar{u}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(v_{th} \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(v_{tv} \frac{\partial \bar{u}}{\partial z} \right)$$

$$\frac{Dv}{Dt} = fu - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} \left(v_{th} \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(v_{th} \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(v_{tv} \frac{\partial \bar{v}}{\partial z} \right)$$

$$0 = -g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z}$$

(連続式)

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{w}}{\partial z} = 0 \quad (\text{底層および中層})$$

$$\frac{\partial \bar{h}}{\partial t} + \frac{\partial H\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial H\bar{v}}{\partial y} - \bar{w} \Big|_{z=\text{表層底面}} = R \quad (\text{表層})$$

\bar{h} : コントロールボリュームの z 方向の平均厚さ(m)

$H\bar{u}, H\bar{v}$: x, y 方向のフラックス (m^2/s)

$\bar{u}, \bar{v}, \bar{w}$: x, y, z 方向の平均流速(m/s)

f : コリオリの因子(1/s) ただし、 $f = 2\omega \sin \phi$

ρ_0 : 水の基準密度(kg/m^3) =1000 kg/m^3

P : 水圧 ($\text{Pa}=\text{kg}/\text{m}/\text{s}^2$)

ρ : 水の密度(kg/m^3)

v_{th}, v_{tv} : 水平方向、鉛直方向の渦動粘性係数(m^2/s)

ここでは $v_{th} = 0.1 (\text{m}^2/\text{s})$ 、 $v_{tv} = 0.0005 (\text{m}^2/\text{s})$ とした。

g : 重力加速度 $9.81 \text{m}/\text{s}^2$

なお、 $v_{tv} \frac{\partial \bar{u}}{\partial z} = \frac{\tau_{zx}}{\rho_0}$ 、 $v_{tv} \frac{\partial \bar{v}}{\partial z} = \frac{\tau_{zy}}{\rho_0}$ であり、水面、湖底面に働くせん断

応力については、以下の式を用いた。

第7期計画モデル

第8期計画モデル

$$\tau_{zx}|_{\text{水面}} = \gamma_a^2 \rho_a W_x \sqrt{W_x^2 + W_y^2}$$

$$\tau_{zy}|_{\text{水面}} = \gamma_a^2 \rho_a W_y \sqrt{W_x^2 + W_y^2}$$

$$\tau_{zx}|_{\text{湖底}} = -\gamma_b^2 \rho_0 \bar{u} \sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2}$$

$$\tau_{zy}|_{\text{湖底}} = -\gamma_b^2 \rho_0 \bar{v} \sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2}$$

ρ_a : 空気の密度 (=1.141 kg/m³)

W_x, W_y : x、y 方向の風速(m/s)、

γ_a^2, γ_b^2 : 係数 ($\gamma_a^2 = 1.3 \times 10^{-3}, \gamma_b^2 = 2.6 \times 10^{-3}$)

ただし、

$$\gamma_b^2 = \frac{gn^2}{H^{1/3}}$$

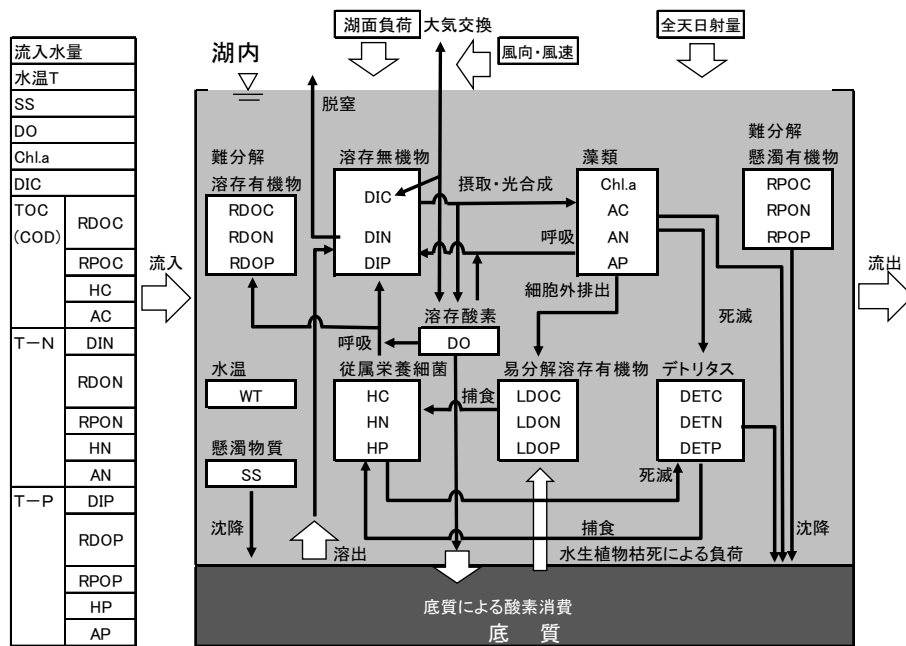
n : マニングの粗度係数 (m^{-1/3}・s) ここでは、0.03 とした。

H : 水深(m)

により与えた。

第7期計画モデル	第8期計画モデル
<p>3 生態系モデル</p> <p>水質基礎方程式は湖内での移流、拡散、およびコントロールボリューム内での生成・消失を考慮した以下の式を用いた。</p> <p>(水質基礎方程式)</p> $\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} + w \frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_{cx} \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_{cy} \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_{cz} \frac{\partial C}{\partial z} \right) + \Phi$ <p>C : 水中の物質濃度 (g/m³) D_{cx}, D_{cy}, D_{cz} : 物質の x, y, z 方向の拡散係数 (m²/s) Φ : コントロールボリューム内での生成・消失速度 (g/m³/s)</p> <p>ここでは、$D_{cx} = D_{cy} = 0.2$ (m²/s)、$D_{cz} = 0.0006$ (m²/s) とした。</p> <p>第7期モデルでは溶存酸素 (DO) 濃度を計算するため、一次生産者 (藻類) と分解者 (従属栄養細菌) を考慮したモデルとした。また、第6期モデルにおいては常に好気条件でのリン溶出速度を与えていたが、直上水の溶存酸素濃度に応じて底泥からのリン溶出速度が大きくなるのが実験の結果からも確かめられているため、第7期モデルでは底層 DO 濃度が 3 mg/L 未満となる場合には嫌気条件のリン溶出速度を与えるモデルを構築した。</p> <p>有機物については易分解性のもの、難分解性のものを分けて取り扱うモデルとし、流域から流入する有機物は分解性の低いものが残存していると考え、難分解の溶存態有機物、懸濁態有機物として与えた。また、DO の計算のために有機物は炭素量ベースで計算を行った。COD との換算は北七区での観測値より TOC/COD=0.87 とした。</p>	<p>3. 生態系モデル</p> <p>(水質基礎方程式)</p> <p>基礎式については変更なし。TOC/COD=0.78 とした。</p> <p>第8期の生態系モデルは、第7期の生態系モデルを基本として、湖底に沈降した懸濁無機物、藻類、難分解懸濁有機物、デトリタスの巻き上げを考慮することとした。巻き上げは、湖底に働くせん断応力が限界せん断応力を超えたときに生じるモデルとした。</p> <p>また、透明度予測式を適用するため、計算対象項目を SS から懸濁無機物 PIM に変更した。</p>

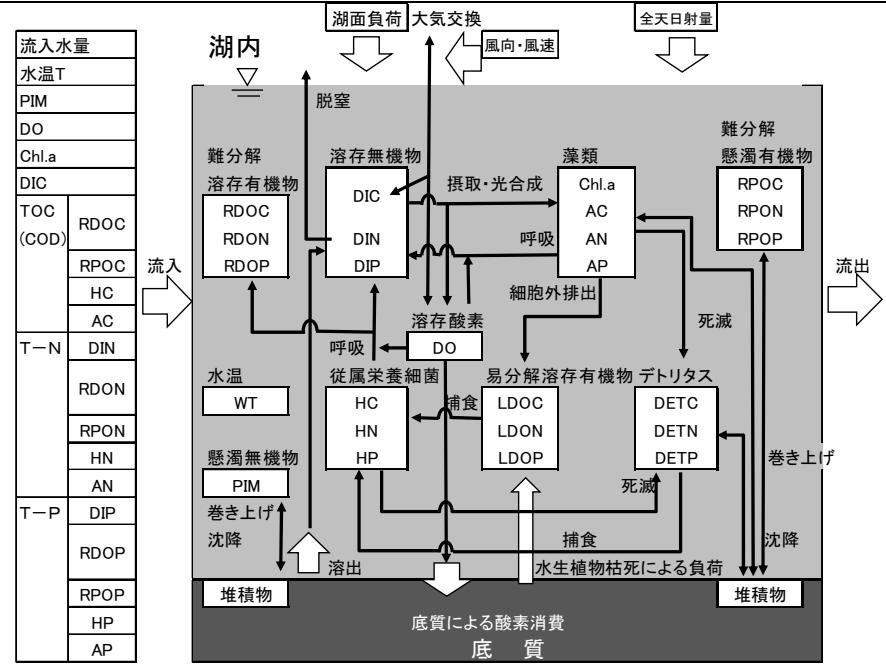
第7期計画モデル



 計算の境界条件として与えるもの
 モデルで計算するもの

生態系モデルの計算対象項目は、1：水温、2：SS、3：溶存酸素 (DO)、4：アルカリ度、5：溶存無機炭素 (DIC)、6：溶存無機態窒素 (DIN)、7：溶存無機態りん (DIP)、8：易分解性 DOC (LDOC)、9：易分解性 DON (LDON)、10：易分解性 DOP (LDOP)、11 難分解性 DOC (RDOC)、12：難分解性 DON (RDON)、13：難分解性 DOP (RDOP)、14：藻類の炭素成分 (AC)、15：藻類の窒素成分 (AN)、16：藻類のりん成分 (AP)、17：クロロフィル a (Chl.a)、18：デトリタスの炭素成分 (DETC)、19：デトリタスの窒素成分 (DETN)、20：デトリタスのりん成分 (DETP)、21：従属栄養細菌の炭素成分 (HC)、22：従属栄養細菌の窒素成分 (HN)、23：従属栄養細菌のりん成分 (HP)、24：難分解性 POC (RPOC)、25：難分解性 PON (RPOC)、26：難分解性 POP (RPOP)、27：pH、の全 27 項目である。

第8期計画モデル



 計算の境界条件として与えるもの
 モデルで計算するもの

生態系モデルの計算対象項目は、1：水温、2：懸濁無機物 (PIM)、3：溶存酸素 (DO)、4：アルカリ度、5：溶存無機炭素 (DIC)、6：溶存無機態窒素 (DIN)、7：溶存無機態りん (DIP)、8：易分解性 DOC (LDOC)、9：易分解性 DON (LDON)、10：易分解性 DOP (LDOP)、11 難分解性 DOC (RDOC)、12：難分解性 DON (RDON)、13：難分解性 DOP (RDOP)、14：藻類の炭素成分 (AC)、15：藻類の窒素成分 (AN)、16：藻類のりん成分 (AP)、17：クロロフィル a (Chl.a)、18：デトリタスの炭素成分 (DETC)、19：デトリタスの窒素成分 (DETN)、20：デトリタスのりん成分 (DETP)、21：従属栄養細菌の炭素成分 (HC)、22：従属栄養細菌の窒素成分 (HN)、23：従属栄養細菌のりん成分 (HP)、24：難分解性 POC (RPOC)、25：難分解性 PON (RPOC)、26：難分解性 POP (RPOP)、27:pH、28：透明度、29:湖底堆積物の全 30 項目である。

第7期計画モデル

第8期計画モデル

各項目の生成・消失速度 Φ は以下の式により計算した。

1) 水温 T (単位: °C)

熱収支式から計算した。

$$\Phi_T = + \frac{J}{\rho C_p h} \quad (\text{K/s})$$

$$J = (H_1 - H_2 - H_3 - H_4) + E_T \{1 - \exp(-k_z z)\}$$

$$H_1 = E(1 - \text{ref})\beta \quad \text{水面に吸収される熱量}$$

$$H_2 = f(W)(e_{\text{sat}} - e_a) \quad \text{潜熱輸送量}$$

$$H_3 = C_c f(W)(T_s - T_a) \quad \text{顕熱輸送量}$$

$$H_4 = 0.97k \{T_s^4 - 0.937 \times 10^{-5} T_a^6 (1 + 0.17N^2)\} \quad \text{長波放射量}$$

$$f(W) = 9.2 + 0.46W^2$$

E: 全天日射量 (W/m²)

E_T: コントロールボリューム上端から入射する日射量 (W/m²)

ref: 水面反射率(-)

β: 水面吸収率(-)

f(W): 顕熱、潜熱輸送に係る風速関数 (W/m²/mmHg)

W: 風速(m/s)

e_{sat}: 飽和水蒸気圧 (mmHg)

e_a: 大気の水蒸気圧 (mmHg)

C_c: ボーエン係数 (mmHg/K) C_c = 0.49 mmHg/K とした。

T_s: 水面の水温 (K)

T_a: 大気温度 (K)

k: ステファン・ボルツマン定数 (W/m²/K⁴)

$$k = 5.6704 \times 10^{-8} \text{W/m}^2/\text{K}^4$$

N: 雲量(-)

C_p: 水の比熱 (kJ/kg/K) C_p = 4.1868 kJ/kg/K とした。

1) 水温 T (単位: °C)

変更なし

第7期計画モデル

2) SS および難分解懸濁有機物 (単位: g/m³)
 反応として、沈降のみを考慮した。

$$\Phi_{SS} = -\frac{W_{SS}}{\bar{h}} SS \quad (\text{g/m}^3/\text{s})$$

W_{SS}: SS の沈降速度 (m/s)

$$\Phi_{RPOC} = -\frac{W_{RPOC}}{\bar{h}} RPOC$$

$$\Phi_{RPON} = -\frac{W_{RPON}}{\bar{h}} RPON$$

$$\Phi_{RPOP} = -\frac{W_{RPOP}}{\bar{h}} RPOP$$

W_{RPOC}: RPOC の沈降速度 (m/s)

W_{RPON}: RPON の沈降速度 (m/s)

W_{RPOP}: RPOP の沈降速度 (m/s)

3) アルカリ度 (単位: g-CaCO₃/m³)

アルカリ度はアンモニア態窒素の硝化反応等により変化するが、ここでは生成・消失を見込まなかった。

$$\Phi_{Alk} = 0$$

4) 藻類 (単位: g/m³)

クロロフィル a、藻態の炭素、窒素、リンについては以下の式によった。

$$\Phi_{Chl.a} = \rho_{Chl} UN \frac{DIN}{K_{DIN} + DIN} \left(\frac{QN_{max} - QN}{QN_{max} - QN_{min}} \right) \tau_A AC$$

(クロロフィル色素の生成)

$$- R_{min} Chl.a - M_A Chl.a - \frac{W_A}{\bar{h}} Chl.a$$

(呼吸) (死滅) (沈降)

第8期計画モデル

2) 懸濁無機物 (PIM) (単位: g/m³)

反応として、沈降と巻き上げを考慮した。

$$\Phi_{SS} = -\frac{W_{SS}}{\bar{h}} SS + \frac{a_{SS} \tau - \tau_c}{\bar{h} \tau_{ref}}$$

$$\Phi_{RPOC} = -\frac{W_{RPOC}}{\bar{h}} RPOC + \frac{a_{RPOC} \tau - \tau_c}{\bar{h} \tau_{ref}}$$

$$\Phi_{RPON} = -\frac{W_{RPON}}{\bar{h}} RPON + \frac{a_{RPOC} \tau - \tau_c}{\bar{h} \tau_{ref}} \frac{T_{RPON}}{T_{RPOC}}$$

$$\Phi_{RPOP} = -\frac{W_{RPOP}}{\bar{h}} RPOP + \frac{a_{RPOC} \tau - \tau_c}{\bar{h} \tau_{ref}} \frac{T_{RPOP}}{T_{RPOC}}$$

a_{SS}: SS の巻き上げ率 (g/m²/s)

a_{RPOC}: RPOC の巻き上げ率 (g/m²/s)

τ: 湖底に働くせん断応力 (dyn/cm²)

τ_c: 限界せん断応力 (dyn/cm²)

τ_{ref}: 基準せん断応力 (dyn/cm²)

3) アルカリ度 (単位: g-CaCO₃/m³)

変更なし

4) 藻類 (単位: g/m³)

反応として、湖底に沈降したクロロフィル a の巻き上げを追加した。

$$\Phi_{Chl.a} = \rho_{Chl} UN \frac{DIN}{K_{DIN} + DIN} \left(\frac{QN_{max} - QN}{QN_{max} - QN_{min}} \right) \tau_A AC$$

(クロロフィル色素の生成)

$$- R_{min} Chl.a - M_A Chl.a - \frac{W_A}{\bar{h}} Chl.a$$

(呼吸) (死滅) (沈降)

第7期計画モデル	第8期計画モデル
$\rho_{Chl} = \theta_{\max}^N \frac{P^C}{\alpha^{Chl} (Chl.a/AC) E_0}$ $P^C = P_{\max}^C \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{\alpha^{Chl} (Chl.a/AC) E_0}{P_{\max}^C} \right) \right\}$ $P_{\max}^C = P_{ref}^C \frac{QN - QN_{\min}}{QN_{\max} - QN_{\min}} \tau_A$ $M_A = M_{A,ref} + \tau_A M_{A,ref}$ $\tau_A = \frac{(T - T_{A,\max})(T - T_{A,\min})^2}{(T_{A,opt} - T_{A,\min})(T_{A,opt} - T_{A,\min})(T - T_{A,opt}) - (T_{A,opt} - T_{A,\max})(T_{A,opt} + T_{A,\min} - 2T)}$ <p> ρ_{Chl} : 藻類の窒素摂取量に対するクロロフィル a 合成の比 (gChl. a/gN) UN : 藻類の窒素摂取速度 (gN/gC/s) K_{DIN} : 窒素摂取に係る半飽和定数 (gN/m³) QN : 藻類の炭素量当たりの窒素貯留量 (gN/gC) QN_{\max} : 藻類の最大 N/C 比 (gN/gC) QN_{\min} : 藻類の最小 N/C 比 (gN/gC) τ_A : 藻類光合成速度の温度補正係数 0 ~ 1 (-) $T_{A,opt}$: 増殖速度が最大となる最適水温 (°C) $T_{A,min}$: 藻類が増殖できる水温の最小値 (°C) $T_{A,max}$: 藻類が増殖できる水温の最大値 (°C) R_{\min} : 最小呼吸速度係数 (1/s) M_A : 藻類の死滅速度係数 (1/s) $M_{A,min}$: 最小死滅速度係数 (1/s) $M_{A,ref}$: 水温に比例する死滅速度係数 (1/s) W_A : 藻類の沈降速度 (m/s) θ_{\max}^N : 最大 Chl. a/N 比 (gChl. a/gN) P^C : 藻類の炭素量ベースの比増殖速度 (1/s) α^{Chl} : 藻類の PI 曲線傾き (g C m² / g Chl. a/μmol photon) E_0 : 水柱における光合成有効放射 (μmol photon/m²/s) P_{ref}^C : 基準温度における炭素量ベースの比増殖速度 (1/s) </p>	$+ \frac{a_{AC} \tau - \tau_c T_{Chl.a}}{\bar{h} \tau_{ref} T_{AC}}$ <p>(巻き上げ)</p> <p> a_{AC} : 藻態炭素 (AC) の巻き上げ率 (g/m²/s) τ : 湖底に働くせん断応力 (dyn/cm²) τ_c : 限界せん断応力 (dyn/cm²) τ_{ref} : 基準せん断応力 (dyn/cm²) T_{AC} : 当該メッシュにおける湖底の AC 堆積量 (g) $T_{Chl.a}$: 当該メッシュにおける湖底の Chl. a 堆積量 (g) </p>

第7期計画モデル

P_{\max}^C : QN および温度が与えられた時の炭素量ベースの最大比増殖速度 (1/s)

藻類の炭素 (AC)、窒素 (AN)、リン (AP) についても、以下の式により計算した。

$$\Phi_{AC} = P^C AC(1 - PER) - R_A AC - M_A AC - \frac{W_A}{h} AC$$

(光合成による炭素固定) (呼吸) (死滅) (沈降)

$$R_A = R_{\min} + R_{ref} \frac{QN - QN_{\min}}{QN_{\max} - QN_{\min}}$$

PER : 細胞外排出率 (-)

R_A : 藻類の呼吸速度係数 (1/s)

R_{ref} : N/C 比に比例する呼吸速度係数 (1/s)

$$\Phi_{AN} = UN \frac{DIN}{K_{DIN} + DIN} \frac{QN_{\max} - QN}{QN_{\max} - QN_{\min}} \tau_A AC - P^C AN \cdot PER$$

(窒素の摂取) (細胞外排出)

$$- R_{\min} AN - M_A AN - \frac{W_A}{h} AN$$

(呼吸) (死滅) (沈降)

$$\Phi_{AP} = UP \frac{DIP}{K_{DIP} + DIP} \frac{QP_{\max} - QP}{QP_{\max} - QP_{\min}} \tau_A AC - P^C AP \cdot PER$$

(窒素の摂取) (細胞外排出)

$$- R_{\min} AP - M_A AP - \frac{W_A}{h} AP$$

(呼吸) (死滅) (沈降)

UP : 藻類のリン摂取速度 (gP/gC/s)

K_{DIP} : リンの半飽和定数 (gP/m³)

QP : 藻類の炭素量当たりのリン貯留量 (gP/gC)

QP_{\max} : 藻類の最大 P/C 比 (gP/gC)

QP_{\min} : 藻類の最小 P/C 比 (gP/gC)

第8期計画モデル

藻類の炭素 (AC)、窒素 (AN)、リン (AP) についても、堆積物の巻き上げを追加した。

$$\Phi_{AC} = P^C AC(1 - PER) - R_A AC - M_A AC - \frac{W_A}{h} AC$$

(光合成による炭素固定) (呼吸) (死滅) (沈降)

$$+ \frac{\alpha_{AC} \tau - \tau_c}{\bar{h} \tau_{ref}}$$

(巻き上げ)

$$\Phi_{AN} = UN \frac{DIN}{K_{DIN} + DIN} \frac{QN_{\max} - QN}{QN_{\max} - QN_{\min}} \tau_A AC - P^C AN \cdot PER$$

(窒素の摂取) (細胞外排出)

$$- R_{\min} AN - M_A AN - \frac{W_A}{h} AN$$

(呼吸) (死滅) (沈降)

$$+ \frac{\alpha_{AC} \tau - \tau_c T_{AN}}{\bar{h} \tau_{ref} T_{AC}}$$

(巻き上げ)

$$\Phi_{AP} = UP \frac{DIP}{K_{DIP} + DIP} \frac{QP_{\max} - QP}{QP_{\max} - QP_{\min}} \tau_A AC - P^C AP \cdot PER$$

(窒素の摂取) (細胞外排出)

$$- R_{\min} AP - M_A AP - \frac{W_A}{h} AP$$

(呼吸) (死滅) (沈降)

$$+ \frac{\alpha_{AC} \tau - \tau_c T_{AP}}{\bar{h} \tau_{ref} T_{AC}}$$

(巻き上げ)

第7期計画モデル

5)デトリタス (単位: g/m³)

デトリタスの炭素 (DETC)、窒素 (DETN)、リン (DETP) については、以下の式により計算した。

$$\Phi_{DETC} = -I_{\max} \frac{DETC}{K_H HC + DETC + LDOC} HC \tau_H$$

(従属栄養細菌による DETC の捕食)

$$+ M_A AC + M_H HC - \frac{W_{DET}}{\bar{h}} DETC$$

(藻類の死滅) (細菌の死滅) (沈降)

$$\Phi_{DETN} = -I_{\max} \frac{DETC}{K_H HC + DETC + LDOC} HC \tau_H \frac{DETN}{DETC}$$

(従属栄養細菌による DETC の捕食)

$$+ M_A AN + M_H HN - \frac{W_{DET}}{\bar{h}} DETN$$

(藻類の死滅) (細菌の死滅) (沈降)

$$\Phi_{DETP} = -I_{\max} \frac{DETC}{K_H HC + DETC + LDOC} HC \tau_H \frac{DETP}{DETC}$$

(従属栄養細菌による DETC の捕食)

第8期計画モデル

- A_{AC}: 藻態炭素 (AC) の巻き上げ率 (g/m²/s)
- τ: 湖底に働くせん断応力 (dyn/cm²)
- τ_c: 限界せん断応力 (dyn/cm²)
- τ_{ref}: 基準せん断応力 (dyn/cm²)
- T_{AC}: 当該メッシュにおける湖底の AC 堆積量 (g)
- T_{AN}: 当該メッシュにおける湖底の AN 堆積量 (g)
- T_{AP}: 当該メッシュにおける湖底の AP 堆積量 (g)
- T_{Chl.a}: 当該メッシュにおける湖底の Chl. a 堆積量 (g)

5)デトリタス (単位: g/m³)

反応として湖底に沈降したデトリタスの巻き上げを追加した。

$$\Phi_{DETC} = -I_{\max} \frac{DETC}{K_H HC + DETC + LDOC} HC \tau_H$$

(従属栄養細菌による DETC の捕食)

$$+ M_A AC + M_H HC - \frac{W_{DET}}{\bar{h}} DETC$$

(藻類の死滅) (細菌の死滅) (沈降)

$$+ \frac{\alpha_{DETC} \tau - \tau_c}{\bar{h} \tau_{ref}}$$

(巻き上げ)

$$\Phi_{DETN} = -I_{\max} \frac{DETC}{K_H HC + DETC + LDOC} HC \tau_H \frac{DETN}{DETC}$$

(従属栄養細菌による DETC の捕食)

$$+ M_A AN + M_H HN - \frac{W_{DET}}{\bar{h}} DETN$$

(藻類の死滅) (細菌の死滅) (沈降)

$$+ \frac{\alpha_{DETC} \tau - \tau_c}{\bar{h} \tau_{ref}} \frac{T_{DETN}}{T_{DETC}}$$

(巻き上げ)

第7期計画モデル	第8期計画モデル
$+ M_A AP + M_H HP - \frac{W_{DET}}{h} DETP$ <p>(藻類の死滅) (細菌の死滅) (沈降)</p> $\tau_H = \frac{(T - T_{H,max})(T - T_{H,min})^2}{(T_{H,opt} - T_{H,min})(T_{H,opt} - T_{H,min})(T - T_{H,opt}) - (T_{H,opt} - T_{H,max})(T_{H,opt} + T_{H,min} - 2T)}$ <p>I_{max} : 従属栄養細菌による最大捕食速度 (1/s) K_H : 従属栄養細菌バイオマスの半飽和定数 (-) τ_H : 従属栄養細菌の温度補正係数 (0~1) (-) $T_{H,opt}$: 従属栄養細菌の捕食速度が最大となる最適水温 (°C) $T_{H,min}$: 従属栄養細菌が捕食できる水温の最小値 (°C) $T_{H,max}$: 従属栄養細菌が捕食できる水温の最大値 (°C) W_{DET} : デトリタスの沈降速度 (m/s)</p> <p>6) 溶存有機物 (DOM) (単位 : g/m³) 溶存有機物と溶存無機物については分けて取り扱うこととした。溶存有機物については、易分解溶存有機物 (LDOM) と難分解溶存有機物 (RDOM) に分け、それぞれ炭素 (LDOC、RDOC)、窒素 (LDON、RDON)、リン (LDOP、RDOP) について以下の式により計算した。</p> $\Phi_{LDOC} = P^C AC \cdot PER - I_{max} \frac{LDOC}{K_H HC + DETC + LDOC} HC \tau_H$ <p>(細胞外排出) (従属栄養細菌による LDOC の捕食)</p> $+ E_{LDOC} \frac{A}{V}$ <p>(枯死した水生植物からの溶出)</p> $\Phi_{LDON} = P^C AN \cdot PER - I_{max} \frac{LDON}{K_H HC + DETC + LDOC} HC \tau_H$ <p>(細胞外排出) (従属栄養細菌による LDON の捕食)</p> $+ E_{LDON} \frac{A}{V}$ <p>(枯死した水生植物からの溶出)</p>	$\Phi_{DETC} = -I_{max} \frac{DETC}{K_H HC + DETC + LDOC} HC \tau_H \frac{DETP}{DETC}$ <p>(従属栄養細菌による DETC の捕食)</p> $+ M_A AP + M_H HP - \frac{W_{DET}}{h} DETP$ <p>(藻類の死滅) (細菌の死滅) (沈降)</p> $+ \frac{\alpha_{AC} \tau - \tau_c T_{DETP}}{h \tau_{ref} T_{DETC}}$ <p>(巻き上げ)</p> <p>6) 溶存有機物 (DOM) (単位 : g/m³) 変更なし</p>

第7期計画モデル

第8期計画モデル

$$\Phi_{LDOP} = P^C AP \cdot PER - I_{\max} \frac{LDOP}{K_H HC + DETC + LDOC} HC \tau_H$$

(細胞外排出) (従属栄養細菌による LDOP の捕食)

$$+ E_{LDOP} \frac{A}{V}$$

(枯死した水生植物からの溶出)

E_{LDOC} : 枯死した水生植物からの LDOC 回帰速度 (gC/m²/s)
 E_{LDON} : 枯死した水生植物からの LDON 回帰速度 (gN/m²/s)
 E_{LDOP} : 枯死した水生植物からの LDOP 回帰速度 (gP/m²/s)
 A : コントロールボリュームの底面または表面の面積 (m²)
 V : コントロールボリュームの体積 (m³)

$$\Phi_{RDOC} = R_H HC \cdot \beta + E_{RDOC} \theta_{RDOC}^{(T-20)} \frac{A}{V}$$

(呼吸によって生成する難分解溶存有機物) (底泥溶出)

$$\Phi_{RDON} = R_H HC \cdot \beta \cdot NCR_{RDOM}$$

(呼吸によって生成する難分解溶存有機物)

$$\Phi_{RDOP} = R_H HC \cdot \beta \cdot PCR_{RDOM}$$

(呼吸によって生成する難分解溶存有機物)

$$R_H = I_{\max} \tau_H (1 - GEE) - M_H$$

$$GGE = \begin{cases} GGE_{\max} & (\tau_H < \tau_{\min}) \\ GGE_{\min} + \frac{1 - \tau_H}{1 - \tau_{\min}} (GGE_{\max} - GGE_{\min}) & (\tau_H > \tau_{\min}) \end{cases}$$

β : 呼吸に伴う難分解溶存有機物の生成率 (-)
 E_{RDOC} : 底泥からの RDOC 溶出速度 (gC/m²/s)
 θ_{RDOC} : RDOC 溶出に係る温度補正係数 (-)
 NCR_{RDOM} : RDOM の N/C 比 (gN/gC)
 PCR_{RDOM} : RDOM の P/C 比 (gP/gC)

第7期計画モデル

R_H : 従属栄養細菌の呼吸速度係数 (1/s)
 GGE : 総成長有効率 (0 ~ 1) (-)
 GGE_{max} : 最大の総成長効率 (-)
 GGE_{min} : 最小の総成長効率 (-)
 M_H : 従属栄養細菌の死滅速度係数 (1/s)
 τ_{min} : GGE が最大となるときの τ_H の値 (-)

7) 溶存無機物 (単位: g/m³)

溶存無機炭素 (DIC)、溶存無機窒素 (DIN)、溶存無機リン (DIP) は以下の式により計算した。

$$\Phi_{DIC} = -P^C AC + R_A AC + R_H HC(1 - \beta) + E_{DO} \theta^{T-20} \frac{A}{V} \frac{RQ}{ROC}$$

(光合成) (藻類の呼吸) (従属栄養細菌の呼吸) (底質の有機物分解)

$$+ k_{CO_2} \frac{A}{V} ([CO_2]^{sat} - [CO_2])$$

(大気とのCO₂交換)

$$\Phi_{DIN} = -UN \frac{DIN}{K_N + DIN} \left(\frac{QN_{max} - QN}{QN_{max} - QN_{min}} \right) \tau_A AC - B_N$$

(藻類による窒素の摂取) (従属栄養細菌による窒素の摂取)

$$+ R_{min} AN + R_H HN - R_H HC \cdot \beta \cdot NCR_{RDOM}$$

(藻類の呼吸) (従属栄養細菌の呼吸) (呼吸によりRDOMとなる分)

$$+ E_{DIN} \theta_{DIN}^{T-20} \frac{A}{V}$$

(底質からの溶出)

$$B_N = I_{max} \frac{DETC + LDOC}{K_H HC + DETC + LDOC} HC \tau_H \cdot NCR_H$$

(炭素の捕食量に見合った必要となる窒素量)

$$- I_{max} \frac{DET_N + LDON}{K_H HC + DETC + LDOC} HC \tau_H$$

第8期計画モデル

7) 溶存無機物 (単位: g/m³)

変更なし

第7期計画モデル

第8期計画モデル

(窒素の捕食量)

$$\Phi_{DIP} = -UP \frac{DIP}{K_P + DIP} \left(\frac{QP_{\max} - QP}{QP_{\max} - QP_{\min}} \right) \tau_A AC - B_P$$

(藻類による窒素の摂取) (従属栄養細菌による窒素の摂取)

$$+ R_{\min} AP + R_H HP - R_H HC \cdot \beta \cdot PCR_{RDOM}$$

(藻類の呼吸) (従属栄養細菌の呼吸) (呼吸により RDOM となる分)

$$+ E_{DIP} \theta_{DIP}^{T-20} \frac{A}{V}$$

(底質からの溶出)

$$B_P = I_{\max} \frac{DETC + LDOC}{K_H HC + DETC + LDOC} HC \tau_H \cdot PCR_H$$

(炭素の捕食量に見合った必要となるリン量)

$$- I_{\max} \frac{DETP + LDOP}{K_H HC + DETC + LDOC} HC \tau_H$$

(リンの捕食量)

E_{D0} : 底質の溶存酸素消費速度係数 ($gO_2/m^2/s$)

RQ : 呼吸商 ($molC/molO_2$)

ROC : O_2 と C の分子量比 ($32/12=2.67$)

k_{CO_2} : 二酸化炭素ガスの移動係数 (m/s)

$[CO_2]^{sat}$: 水中の飽和 CO_2 濃度 (gC/m^3)

E_{DIN} : DIN 溶出速度 ($g/m^2/s$)

θ_{DIN} : DIN 溶出に係る温度補正係数 (-)

B_N : 従属栄養細菌の DIN 摂取速度 ($gN/m^3/s$)

NCR_H : 従属栄養細菌の N/C 比 (gN/gC)

E_{DIP} : DIP 溶出速度 ($g/m^2/s$)

θ_{DIP} : DIP 溶出に係る温度補正係数 (-)

B_P : 従属栄養細菌の DIP 摂取速度 ($gP/m^3/s$)

PCR_H : 従属栄養細菌の P/C 比 (gP/gC)

第7期計画モデル

8) 従属栄養細菌 (単位: g/m³)

分解者としての従属栄養細菌 (HC、HN、HP) については、以下の式により計算した。

$$\Phi_{HC} = I_{\max} \frac{DETC + LDOC}{K_H HC + DETC + LDOC} HC \tau_H - R_H HC - M_H HC$$

(従属栄養細菌による捕食量) (従属栄養細菌の呼吸量)

(従属栄養細菌の死滅量)

$$\Phi_{HN} = I_{\max} \frac{DETC + LDOC}{K_H HC + DETC + LDOC} HC \tau_H \cdot NCR_H - R_H HN - M_H HN$$

(従属栄養細菌による捕食量) (従属栄養細菌の呼吸量)

(従属栄養細菌の死滅量)

$$\Phi_{HP} = I_{\max} \frac{DETC + LDOC}{K_H HC + DETC + LDOC} HC \tau_H \cdot PCR_H - R_H HP - M_H HP$$

(従属栄養細菌による捕食量) (従属栄養細菌の呼吸量)

(従属栄養細菌の死滅量)

9) 溶存酸素 (DO) (単位: g/m³)

水中の溶存酸素濃度 O₂ (g/m³) の生成・消失速度は、光合成、呼吸、底質による消費、大気との交換を考慮して以下の式により計算した。

$$\Phi_{O_2} = PQ \cdot ROC \cdot P^C AC - \frac{ROC}{RQ} (R_A AC + R_H HC)$$

(光合成による酸素生成量) (呼吸による酸素消費量)

第8期計画モデル

8) 従属栄養細菌 (単位: g/m³)

変更なし

9) 溶存酸素 (DO) (単位: g/m³)

変更なし

第7期計画モデル

$$-E_{DO}\theta_{O_2}^{T-20} \frac{A}{V} + k_{O_2} \frac{A}{V} (O_2^{sat} - O_2)$$

(底質による酸素消費量) (大気との交換量)

PQ: 光合成商 (molO₂/molC)

O₂^{sat}: 水中の飽和溶存酸素濃度 (gO₂/m³)

k_{O₂}: 酸素の移動係数 (m/s)

10) pH

アルカリ度 TA 及び溶存無機炭素(DIC)の計算結果を基に、以下のアルカリ度の定義式から水素イオン濃度[H⁺]をNewton-Raphson法で求めた。

$$TA = [OH^-] + [HCO_3^-] + 2[CO_3^{2-}] - [H^+]$$

$$= \frac{K_w}{[H^+]} + \frac{K_1[H^+] + 2K_1K_2}{K_1K_2 + K_1[H^+] + [H^+]^2} DIC - [H^+]$$

$$pH = -\log[H^+]$$

TA: アルカリ度 (mol/kg)

K₁: 化学反応式 H₂CO₃ ⇌ H⁺+HCO₃⁻の平衡定数 (mol/kg)

K₂: 化学反応式 HCO₃⁻ ⇌ H⁺+CO₃²⁻の平衡定数 (mol/kg)

K_w: 化学反応式 H₂O ⇌ H⁺+OH⁻の平衡定数 (mol²/kg²)

第8期計画モデル

10) pH

変更なし

11) 透明度

第8期水質シミュレーションモデルでは、透明度についても計算項目に加えることとする。透明度は以下の回帰式により推定する。

$$1/\text{透明度} = 0.145 \times [\text{D-COD}] + 0.005 \times [\text{クロロフィル a}] + 0.055 \times [\text{PIM}] - 0.218$$

[D-COD]: D-COD濃度 (mg/L)

[クロロフィル a]: クロロフィル a濃度 (µg/L)

[PIM]: PIM濃度 (mg/L)

12) 湖底堆積物

湖底に沈降した堆積物（懸濁無機物 PIM、藻類、デトリタス、難分解懸濁有機物）のうち藻類、デトリタスは時間の経過とともに減少するとした。

$$\frac{dT}{dt} = \Phi$$

$$\Phi_{SS} = \frac{W_{SS}}{\bar{h}} SS - \frac{a_{SS} \tau - \tau_c}{\bar{h} \tau_{ref}}$$

$$\Phi_{RPOC} = \frac{W_{RPOC}}{\bar{h}} RPOC - \frac{a_{RPOC} \tau - \tau_c}{\bar{h} \tau_{ref}}$$

$$\Phi_{RPON} = \frac{W_{RPON}}{\bar{h}} RPOC - \frac{a_{RPOC} \tau - \tau_c}{\bar{h} \tau_{ref}} \frac{T_{RPON}}{T_{RPOC}}$$

$$\Phi_{RPOP} = \frac{W_{RPOP}}{\bar{h}} RPOP - \frac{a_{RPOC} \tau - \tau_c}{\bar{h} \tau_{ref}} \frac{T_{RPOP}}{T_{RPOC}}$$

$$\Phi_{AC} = \frac{W_{AC}}{\bar{h}} AC - \frac{a_{AC} \tau - \tau_c}{\bar{h} \tau_{ref}} - R_{min} T_{AC}$$

$$\Phi_{AN} = \frac{W_{AN}}{\bar{h}} AN - \frac{a_{AC} \tau - \tau_c}{\bar{h} \tau_{ref}} \frac{T_{AN}}{T_{AC}} - R_{min} T_{AN}$$

$$\Phi_{AP} = \frac{W_{AP}}{\bar{h}} AP - \frac{a_{AC} \tau - \tau_c}{\bar{h} \tau_{ref}} \frac{T_{AP}}{T_{AC}} - R_{min} T_{AP}$$

$$\Phi_{Chl.a} = \frac{W_{Chl.a}}{\bar{h}} Chl.a - \frac{a_{AC} \tau - \tau_c}{\bar{h} \tau_{ref}} \frac{T_{Chl.a}}{T_{AC}} - R_{min} T_{Chl.a}$$

$$\Phi_{DETC} = \frac{W_{DETC}}{\bar{h}} DETC - \frac{a_{DETC} \tau - \tau_c}{\bar{h} \tau_{ref}} - I_{max} T_{DETC}$$

$$\Phi_{DETN} = \frac{W_{DETN}}{\bar{h}} DETN - \frac{a_{DETC} \tau - \tau_c}{\bar{h} \tau_{ref}} \frac{T_{DETN}}{T_{DETC}} - I_{max} T_{DETN}$$

$$\Phi_{DETP} = \frac{W_{DETP}}{\bar{h}} DETP - \frac{a_{DETC} \tau - \tau_c}{\bar{h} \tau_{ref}} \frac{T_{DETN}}{T_{DETC}} - I_{max} T_{DETP}$$

T : 固定堆積物 (g/メッシュ)

5 モデルパラメータ等の設定

(1) 児島湖流域モデル

水量解析を行うためのタンクモデルのパラメータ値は、第7期モデルと同じ値を用いた。

表 I-1 水量解析のためのタンクモデルパラメータ

タンク名称		パラメータ	記号	単位	i=1	i=2	i=3	i=4
水田		孔高さ	Zi	mm	15+DPD	15.0	0.0	0.0
		孔係数	ai	1/h	0.900	0.000	0.006	0.012 ^注
畑		孔高さ	Zi	mm		50.0	0.0	0.0
		孔係数	ai	1/h		-	0.000	0.012
		粗度係数	n	m ^{-1/3} ・s		0.3		
山林		孔高さ	Zi	mm		70.0	0.0	0.0
		孔係数	ai	1/h		-	0.000	0.010
		粗度係数	n	m ^{-1/3} ・s		0.7		
ため池		孔高さ	Zi	mm		3000.0	0.0	0.0
		孔係数	ai	1/h		1.000	0.000	0.000
市街地等	その他浸透域	孔高さ	Zi	mm		40.0	0.0	0.0
		孔係数	ai	1/h		-	0.000	0.012
		粗度係数	n	m ^{-1/3} ・s		0.3		
	屋根	孔高さ	Zi	mm			1.0	0.0
		孔係数	ai	1/h			1.000	0.000
	路面	孔高さ	Zi	mm			2.0	0.0
		孔係数	ai	1/h			1.000	0.000
	b層(水田タンクの下)		孔高さ	Zi	mm		200.0	0.0
		孔係数	ai	1/h		0.000	0.012	0.0052
b層(畑タンクの下)		孔高さ	Zi	mm		200.0	0.0	0.0
		孔係数	ai	1/h		0.000	0.012	0.0052
b層(山林タンクの下)		孔高さ	Zi	mm		200.0	0.0	0.0
		孔係数	ai	1/h		0.000	0.014	0.0050
b層(市街地等タンクの下)		孔高さ	Zi	mm		200.0	0.0	0.0
		孔係数	ai	1/h		0.000	0.012	0.0052
c層		孔高さ	Zi	mm		500.0	0.0	0.0
		孔係数	ai	1/h		0.000	0.0008	0.0029
d層		孔高さ	Zi	mm	1200.0		0.0	0.0
		孔係数	ai	1/h	1.000		0.0001	0.0015

注：灌漑期（水田湛水時）の孔係数は児島湖沿岸の浦安、藤田、西北七区、東南七区では0.0040hr⁻¹、その他の流域では0.0042 hr⁻¹とした。

負荷量解析を行うためのパラメータ値は第7期の値を用いた。土研モデルパラメータ、吸着・溶脱モデルパラメータは、モデルにより計算される面源単位面積当たりの流出負荷量が汚濁負荷量算定に使用されている面源原単位に近くなるよう、また流入河川の水質計算値と観測値が整合するように調整した。

表 1-2 負荷量解析のためのパラメータ

【第6期】

モデル	パラメータ	適用されるタンク	記号	単位	COD	T-N	T-P
土研モデル	初期路面等汚濁負荷量	屋根	S_{a0}	g/m^2	0.0315	0.0070	0.0010
		路面	S_{a0}	g/m^2	0.2450	0.0700	0.0100
	路面等供給負荷量	屋根	A_s	$g/m^2/s$	6.7E-08	1.4E-08	1.4E-09
		路面	A_s	$g/m^2/s$	3.4E-07	7.2E-08	7.2E-09
掃流係数	屋根	k_{wp}	1/mm	0.25	0.25	0.25	
	路面	k_{wp}	1/mm	0.15	0.15	0.15	
吸着・溶脱モデル	a層 吸着速度係数※1	水田、畑、山林	k_{a1}	1/day	0.15	0.05	0.02
	a層 溶脱速度係数※2	水田、畑、山林	k_{a2}	1/day	0.15	0.04	0.06
	吸脱着速度係数	b層～d層	k_i	1/day	0.20	1.00	0.20
	土壌内飽和蓄積量	b層～d層	SC_{i0}	g/m^3 -tank	1.0E+07	2.0E+07	1.0E+07
	吸着平衡定数	b層～d層	γ	—	0.040	0.030	0.005
沈降・巻き上げモデル	減少速度係数	水田、畑、山林、b層～d層	K_r	1/day	0.001	0.010	0.003
	自浄係数	用排水路、河川	k	1/day	0.03	0.00	0.00
	点源負荷の溶存態の割合	—	—	—	0.30	0.20	0.15
	点源負荷(懸濁態)のうちの粗粒子割合	—	—	—	0.85	0.95	0.95

※1: 灌漑期(水田湛水時)の水田タンクの係数はCOD0.075day⁻¹、T-P0.010day⁻¹とした。

※2: 灌漑期(水田湛水時)の水田タンクの係数はCOD0.30day⁻¹、T-P0.30day⁻¹とした。

【第7期、第8期】

モデル	パラメータ	適用されるタンク	記号	単位	COD	T-N	T-P
土研モデル	初期路面等汚濁負荷量	屋根	S_{a0}	g/m^2	0.0315	0.0070	0.0010
		路面	S_{a0}	g/m^2	0.2450	0.0700	0.0100
	路面等供給負荷量	屋根	A_s	$g/m^2/s$	6.7E-08	1.4E-08	1.4E-09
		路面	A_s	$g/m^2/s$	3.4E-07	7.2E-08	7.2E-09
掃流係数	屋根	k_{wp}	1/mm	0.25	0.25	0.25	
	路面	k_{wp}	1/mm	0.15	0.15	0.15	
吸着・溶脱モデル	a層 吸着速度係数※1	水田、畑、山林	k_{a1}	1/day	0.01	0.05	0.01
	a層 溶脱速度係数※2	水田、畑、山林	k_{a2}	1/day	0.15	0.04	0.02
	吸脱着速度係数	b層～d層	k_i	1/day	0.50	1.00	0.20
	土壌内飽和蓄積量	b層～d層	SC_{i0}	g/m^3 -tank	4.0E+07	2.0E+07	2.0E+06
	吸着平衡定数	b層～d層	γ	—	0.015	0.030	0.010
沈降・巻き上げモデル	減少速度係数	水田、畑、山林、d層	K_r	1/day	0.000	0.000	0.001
	自浄係数	用排水路、河川	k	1/day	0.01	0.00	0.00
	点源負荷の溶存態の割合	—	—	—	0.20	0.20	0.20
	点源負荷(懸濁態)のうちの粗粒子割合	—	—	—	0.50	0.95	0.80

※1: 灌漑期(水田湛水時)の水田タンクの係数はT-P0.005day⁻¹とした。

※2: 灌漑期(水田湛水時)の水田タンクの係数は児島湖周辺の干拓地(藤田、西北七区、東南七区)のみT-P0.04day⁻¹とした。

注: 赤字は第6期のパラメータ値から変更していることを示す。

表 I-3 吸着・溶脱モデルにおける初期土壌内蓄積量と施肥量の設定値

モデルパラメータ			単位	第6期モデル		第7期モデル		第8期モデル		備考
				平成15年 度～ 平成22年 度	平成23年 度～ 平成27年 度	平成15年 度～ 平成22年 度	平成23年 度～ 平成27年 度	平成23年 度～ 平成26年 度	平成27年 度～ 令和2年度	
初期の土 壌内蓄積 量SCi	水田-a層	COD	g/m ³ -soil	900		1350		1350		
		T-N		840	678	252	203	203	203	※1
		T-P		73.5		73.5		73.5		
	水田-b層	COD		90		45		45		
		T-N		84	68	25.2	20.3	20.3	20.3	※1
		T-P		3.68		7.36		7.36		
	畑-a層	COD		280		280		280		
		T-N		560		600		600		
		T-P		92		92		92		
	畑-b層	COD		28		28		28		
		T-N		56		2.8		2.8		
		T-P		18.4		4.6		4.6		
	山林-a層	COD		157.5		157.5		157.5		
		T-N		35		35.0		35.0		
		T-P		24.9		24.9		24.9		
山林-b層	COD	15.8		15.8		15.8				
	T-N	3.5		1.8		1.8				
	T-P	2.49		0.75		0.75				
施肥量Ia	水田	T-N	kg/ha/年	98	79	98	79	79	79	※1
		T-P		20	20	20	20	20		
		T-P※1		29	27.3	29	27.3	27.3	27.3	※1、2
	畑	T-N		70	70	70	70	70	70	
		T-P		28	28	28	28	28	28	

※1: 水田補正原単位/補正前原単位の比率(T-N:0.807、T-P:0.943)を乗じて設定

※2: 児島湖周辺の干拓地については裏作(麦の栽培)も考慮して異なるリン施肥量を与えた。

注: 太字のパラメータ値は、第6期モデルの値から変更していることを示す。

(2) 児島湖生態系モデル

第7期モデルのパラメータ値を一部変更して使用した。底質の溶出に関するパラメータは過去の児島湖における調査結果を基に設定した。底質の酸素消費速度は文献値を踏まえて見直した。

表 I-4 児島湖生態系モデル（第8期）のパラメータ値

モデルパラメータ		記号	単位	第7期 (計画策定時)	第7期(パラ メータ変更後)	第8期	
無機懸濁 物質	沈降	沈降速度	W_{SS}	m/day	0.08	0.08	0.08
藻類	光合成	PI曲線傾き	α^{chl}	gC/gChl.a m ² /μmol photon	7.0E-06	7.0E-06	7.0E-06
		基準温度における炭素ベースの比増殖速度	P_{ref}^C	1/day	3.5	3.5	3.5
		最大Chl. a/N比	θ_{max}^N	gChl.a/gN	0.3	0.3	0.3
		細胞外排出率	PER	-	0.10	0.10	0.10
		光合成商(Photosynthetic Quotient)	PQ	molO ₂ /molC	1.08	1.08	1.08
		藻類の光合成速度が最大となる最適水温	$T_{A,opt}$	°C	15	15	15
	栄養塩摂取	窒素摂取速度	UN	gN/gC/day	0.600	0.600	0.600
		りん摂取速度	UP	gP/gC/day	0.060	0.060	0.060
		窒素摂取に係る半飽和定数	K_{DIN}	gN/m ³	0.014	0.014	0.014
		りん摂取に係る半飽和定数	K_{DIP}	gP/m ³	0.003	0.003	0.003
		藻類の最大N/C比	QN_{max}	gN/gC	0.29	0.29	0.29
		藻類の最小N/C比	QN_{min}	gN/gC	0.05	0.05	0.05
		藻類の最大P/C比	QP_{max}	gP/gC	0.018	0.018	0.018
		藻類の最小P/C比	QP_{min}	gP/gC	0.013	0.013	0.013
呼吸	最小呼吸速度係数	R_{min}	1/day	0.02	0.02	0.02	
	N/C比に比例する呼吸速度係数	R_{ref}	1/day	0.35	0.35	0.35	
	呼吸商(Respiratory Quotient)	RQ	molC/molO ₂	0.85	0.85	0.85	
	炭素と酸素の分子量比	ROC	(gO ₂ /mol)/(gC/mol)	2.67	2.67	2.67	
枯死	最小死滅速度係数	$M_{A,min}$	1/day	0.02	0.02	0.02	
	水温に比例する死滅速度係数	$M_{A,ref}$	1/day	0.0~0.24	0.0~0.24	0.0~0.24	
沈降	沈降速度	W_A	m/day	0.06	0.06	0.06	
デトリタス	沈降	沈降速度	W_{DET}	m/day	0.08	0.08	0.08
難分解懸 濁態有機 物(RPOM)	沈降	沈降速度	W_{RPOM}	m/day	0.08	0.08	0.08
従属栄養 細菌	捕食	最大捕食速度	I_{max}	1/day	60	60	60
		従属栄養細菌バイオマスの半飽和定数	K_H	-	0.25	0.25	0.25
		従属栄養細菌が捕食できる水温の最小値	$T_{H,min}$	°C	-5	-5	-5
		従属栄養細菌の捕食速度が最大となる最適水温	$T_{H,opt}$	°C	30	30	30
		従属栄養細菌が捕食できる水温の最大値	$T_{H,max}$	°C	35	35	35
	呼吸	最小の総成長効率(Gross Growth Efficiency)	GGE_{min}	-	0.4	0.4	0.4
		最大の総成長効率(Gross Growth Efficiency)	GGE_{max}	-	0.7	0.7	0.7
		GGEが最大となるときのτの値	τ_{min}	-	0.2	0.2	0.2
		従属栄養細菌のN/C比	NCR_H	gN/gC	0.179	0.179	0.179
		従属栄養細菌のP/C比	PCR_H	gP/gC	0.052	0.052	0.052
		呼吸に伴う難分解溶解有機物の生成率	β	-	0.08	0.08	0.08
		RDOMのN/C比	NCR_{RDOM}	gN/gC	0.05	0.05	0.05
		RDOMのP/C比	PCR_{RDOM}	gP/gC	0	0	0
	死滅	死滅速度係数	M_H	1/day	0	0	0
	脱窒	脱窒速度乗数	K_D	1/day	0.045	0.045	0.045
		脱窒に係る温度補正係数	θ_D	-	1.02	1.02	1.02
	底質	溶出、 酸素消費	RDOC溶出速度	E_{RDOC}	mg/m ² /日	0.0~57.2	0.0~57.2
DIN溶出速度			E_{DIN}	mg/m ² /日	4.9~108.4	4.9~108.4	4.9~108.4
DIP溶出速度(好気条件)			E_{DIP}	mg/m ² /日	0.8~4.0	0.8~4.0	0.8~4.0
DIP溶出速度(嫌気条件)			E_{DIP}	mg/m ² /日	3.4~28.1	3.4~28.1	3.4~28.1
O ₂ 消費速度			E_{DO}	mg/m ² /日	1.00	400.00	400.00
RDOC溶出に係る温度補正係数			θ_{RDOC}	-	1.00	1.00	1.00
DIN溶出に係る温度補正係数			θ_{DIN}	-	1.03	1.03	1.03
DIP溶出に係る温度補正係数			θ_{DIP}	-	1.12	1.12	1.12
O ₂ 消費に係る温度補正係数			θ_{O_2}	-	1.12	1.12	1.12
枯死した 水生植物			回帰	LDOC回帰速度	E_{LDOC}	mg/m ² /日	44.2
	LDON回帰速度	E_{LDON}		mg/m ² /日	2.95	2.95	2.95
	LDOP回帰速度	E_{LDOP}		mg/m ² /日	0.29	0.29	0.29
熱	熱伝導	水の比熱	C_p	J/g/°C	4.1868	4.1868	4.1868
		水面における熱反射率	ref	-	0.06~0.12	0.06~0.12	0.06~0.12
		水面における熱吸収率	b	-	0.45	0.45	0.45
		熱フラックスの水中の減衰係数	η	1/m	0.3	0.3	0.3
巻き上げ	無機懸濁 物質	限界摩擦速度	τ_c	g/cm/s ²	-	-	1.9
		巻き上げ率	a	g/m ² /s	-	-	7500
	その他	限界摩擦速度	τ_c	g/cm/s ²	-	-	0.19
	巻き上げ率	a	g/m ² /s	-	-	750	
その他		TOCとCODの換算係数	-	mgC/mgO	0.87	0.78	0.78

(3) 流入水質の設定

児島湖生態系モデルの流入水質は項目ごとに以下の表のとおり設定した。

なお、児島湖流域下水道の放流水中の窒素、リンは第7期モデルでは全量無機態(DIN、DIP)と仮定していたが、放流水質の各態(T-N濃度、有機態窒素、アンモニア態窒素、硝酸態窒素)の測定結果、および児島湖流域下水道では凝集剤添加による高度処理が行われていることを踏まえ、第8期モデルでは以下のように変更した。

○第7期モデル

DIN=放流水の T-N 濃度

DIP=放流水の T-P 濃度

○第8期モデル

RDON=1mg/L

DIN =放流水の T-N 濃度 - RDON 濃度 (1mg/L)

RDOP=放流水の T-P 濃度 (mg/L)

DIP=0 (mg/L)

表 1-5 児島湖生態系モデルの流入水質設定方法 (第7期: 計画策定時)

番号	項目	流入水質の設定方法
1	水温	気温の関数式 $T_w(^{\circ}\text{C})=0.9024*T_A+3.0236$ により設定
2	SS	流量の関数式 $SS(\text{mg/L})=\text{流量}Q(\text{m}^3/\text{s})^{1.2}$ により設定
3	DO	水温より、飽和度100%として設定
4	全アルカリ度	10mg/L(一定)と設定
5	DIC	2.5mg/L(一定)と設定
6	DIN	流域モデルの溶存態N計算値 - RDON-ANIにより与えた。
7	DIP	流域モデルの溶存態P計算値 - RDOP-APIにより与えた。
8	LDOC	0 mg/Lと設定
9	LDON	0 mg/Lと設定
10	LDOP	0 mg/Lと設定
11	RDOC	流域モデルの溶存態COD計算値 を与えた。ただしTOC/COD=0.87とした。
12	RDON	C/N比=20として、RDOC/20 により与えた
13	RDOP	0 mg/Lと設定
14	AC	COD/Chl.A=0.03、TOC/COD=0.87として、CHL.A設定値より与えた
15	AN	AN/Chl.A=0.01、TOC/COD=0.87として、CHL.A設定値より与えた
16	AP	AP/Chl.A=0.001、TOC/COD=0.87として、CHL.A設定値より与えた
17	CHL.A	5 $\mu\text{g/L}$ (一定)と設定
18	DETC	0 mg/Lと設定
19	DETN	0 mg/Lと設定
20	DETP	0 mg/Lと設定
21	HC	0 mg/Lと設定
22	HN	0 mg/Lと設定
23	HP	0 mg/Lと設定
24	RPOC	流域モデルの懸濁態COD計算値 を与えた。ただしTOC/COD=0.87とした。
25	RPON	流域モデルの懸濁態N計算値 を与えた。
26	RPOP	流域モデルの懸濁態P計算値 を与えた。

表 I-6 児島湖生態系モデルの流入水質設定方法（第7期：パラメータ変更後）

番号	項目	流入水質の設定方法
1	水温	気温の関数式 $T_w(^{\circ}\text{C}) = 0.9024 * T_A + 3.0236$ により設定
2	SS	流量の関数式 $SS(\text{mg/L}) = \text{流量}Q(\text{m}^3/\text{s})^{1.2}$ により設定
3	DO	水温より、飽和度100%として設定
4	全アルカリ度	10mg/L(一定)と設定
5	DIC	2.5mg/L(一定)と設定
6	DIN	流域モデルの溶存態N計算値 - RDON-ANにより与えた。
7	DIP	流域モデルの溶存態P計算値 - RDOP-APIにより与えた。
8	LDOC	0 mg/Lと設定
9	LDON	0 mg/Lと設定
10	LDOP	0 mg/Lと設定
11	RDOC	流域モデルの溶存態COD計算値 を与えた。ただしTOC/COD=0.78とした。
12	RDON	C/N比=20として、RDOC/20 により与えた
13	RDOP	0 mg/Lと設定
14	AC	COD/Chl.A=0.03、TOC/COD=0.78として、CHL.A設定値より与えた
15	AN	AN/Chl.A=0.01、TOC/COD=0.78として、CHL.A設定値より与えた
16	AP	AP/Chl.A=0.001、TOC/COD=0.78として、CHL.A設定値より与えた
17	CHL.A	5 $\mu\text{g/L}$ (一定)と設定
18	DETC	0 mg/Lと設定
19	DETN	0 mg/Lと設定
20	DETP	0 mg/Lと設定
21	HC	0 mg/Lと設定
22	HN	0 mg/Lと設定
23	HP	0 mg/Lと設定
24	RPOC	流域モデルの懸濁態COD計算値 を与えた。ただしTOC/COD=0.78とした。
25	RPON	流域モデルの懸濁態N計算値 を与えた。
26	RPOP	流域モデルの懸濁態P計算値 を与えた。

表 I-7 児島湖生態系モデルの流入水質設定方法（第8期）

番号	項目	流入水質の設定方法
1	水温	気温の関数式 $T_W(^{\circ}\text{C})=0.9024*T_A+3.0236$ により設定
2	PIM	別表1のとおり、河川ごとに設定
3	DO	水温より、飽和度100%として設定
4	全アルカリ度	10mg/L(一定)と設定
5	DIC	2.5mg/L(一定)と設定
6	DIN	流域モデルの溶存態N計算値-RDON-ANにより与えた。
7	DIP	流域モデルの溶存態P計算値-RDOP-APIにより与えた。
8	LDOC	0 mg/Lと設定
9	LDON	0 mg/Lと設定
10	LDOP	0 mg/Lと設定
11	RDOC	流域モデルの溶存態COD計算値 を与えた。ただしTOC/COD=0.78とした。
12	RDON	C/N比=20として、RDOC/20 により与えた
13	RDOP	0 mg/Lと設定
14	AC	COD/Chl.A=0.03、TOC/COD=0.78として、CHL.A設定値より与えた
15	AN	AN/Chl.A=0.01、TOC/COD=0.78として、CHL.A設定値より与えた
16	AP	AP/Chl.A=0.001、TOC/COD=0.78として、CHL.A設定値より与えた
17	CHL.A	5 μ g/L(一定)と設定
18	DETC	0 mg/Lと設定
19	DETN	0 mg/Lと設定
20	DETP	0 mg/Lと設定
21	HC	0 mg/Lと設定
22	HN	0 mg/Lと設定
23	HP	0 mg/Lと設定
24	RPOC	流域モデルの懸濁態COD計算値 を与えた。ただしTOC/COD=0.78とした。
25	RPON	流域モデルの懸濁態N計算値 を与えた。
26	RPOP	流域モデルの懸濁態P計算値 を与えた。

注：赤字は第7期から変更となっていることを示す。

別表 児島湖生態系モデルの流入 PIM 濃度設定方法（第8期）

流入河川等	PIM 負荷量の設定方法
笹ヶ瀬川	笹ヶ瀬橋のLQ式より算定 $PIM=6.9518*Q^{-0.2185}$
倉敷川	倉敷川橋のLQ式より算定 $PIM=9.30*Q^{0.1227}$
鴨川	設定しない（PIM濃度はゼロと設定）
児島湖流域下水道	設定しない（PIM濃度はゼロと設定）
浦安地区	西北七区と同様
藤田地区	西北七区と同様
西北七区	七区排水機場前におけるSS観測データより、以下のよう に設定。 灌漑期：68mg/L、非灌漑期：47mg/L
東南七区	西北七区と同様
その他	設定しない（PIM濃度はゼロと設定）

II 第8期モデルの再現性

1 巻き上げ考慮による影響

以下に、第8期モデル（案）で巻き上げを考慮しなかった場合と、巻き上げを考慮した場合の計算値を示した。計算対象年度は令和元年度と令和2年度である。

全般的に、巻き上げを考慮することにより懸濁態の濃度が上昇している。

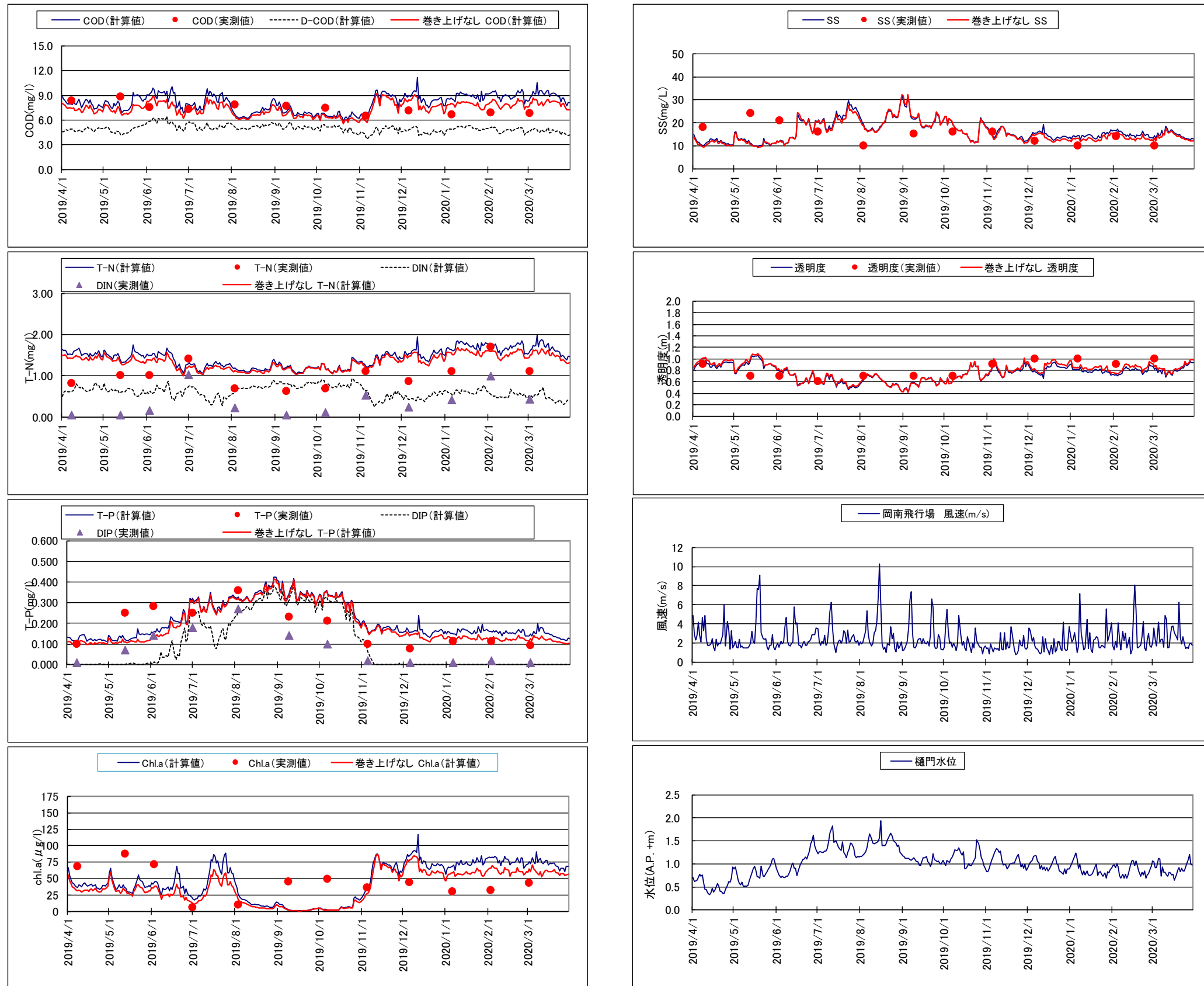


図 II-1 第8期モデルによる湖心水質の計算値（令和元年度）

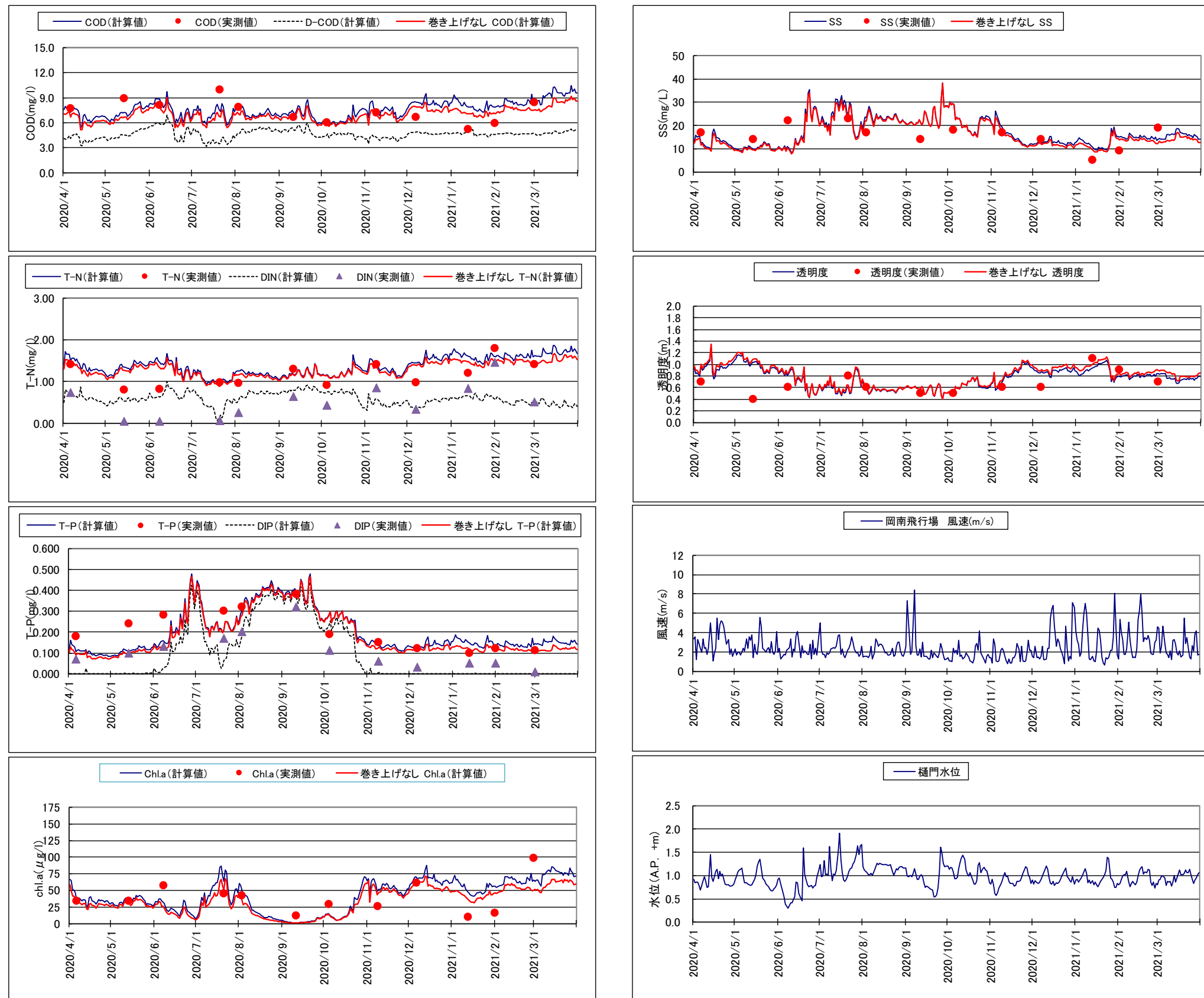


図 II-2 第8期モデルによる湖心水質の計算値 (R2年度)

2 第8期モデルの再現性

(1) 再現性

平成27年度～令和2年度の6年間について、各月の観測値と計算値を比較した。

誤差 e = 観測値 - 計算値

μ : 誤差 e の平均

σ^2 : 誤差 e の分散

表 II-1 モデルの再現性比較

モデル	データ数		湖心			樋門		
			COD	T-N	T-P	COD	T-N	T-P
7期モデル	72	観測値の平均値	7.4	1.2	0.18	7.3	1.2	0.17
		誤差 e の平均値 μ	0.3	-0.04	0.019	0.5	-0.01	0.017
		標準偏差 σ	1.4	0.35	0.072	1.5	0.31	0.068
		σ / 観測値の平均値	19%	29%	39%	20%	27%	40%
8期モデル	72	観測値の平均値	7.4	1.2	0.18	7.3	1.2	0.17
		誤差 e の平均値 μ	-0.1	-0.10	0.002	0.1	-0.08	0.000
		標準偏差 σ	1.5	0.36	0.071	1.6	0.32	0.068
		σ / 観測値の平均値	21%	30%	39%	22%	28%	40%
7期との比較			※	悪化	改善	※	悪化	改善

※CODについては観測値と計算値の差 e の平均値はゼロに近づいたが、標準偏差 σ については7期モデル（パラメータ変更後）より大きくなった。

- ・ CODについては観測値と計算値の差 e の平均値はゼロに近づいたが、標準偏差 σ については7期モデルより大きくなった。
- ・ T-Nについては、計算値が観測値よりも大きくなり、再現性は悪化した。
- ・ T-Pについては、計算値が観測値に近づき、再現性は向上した。

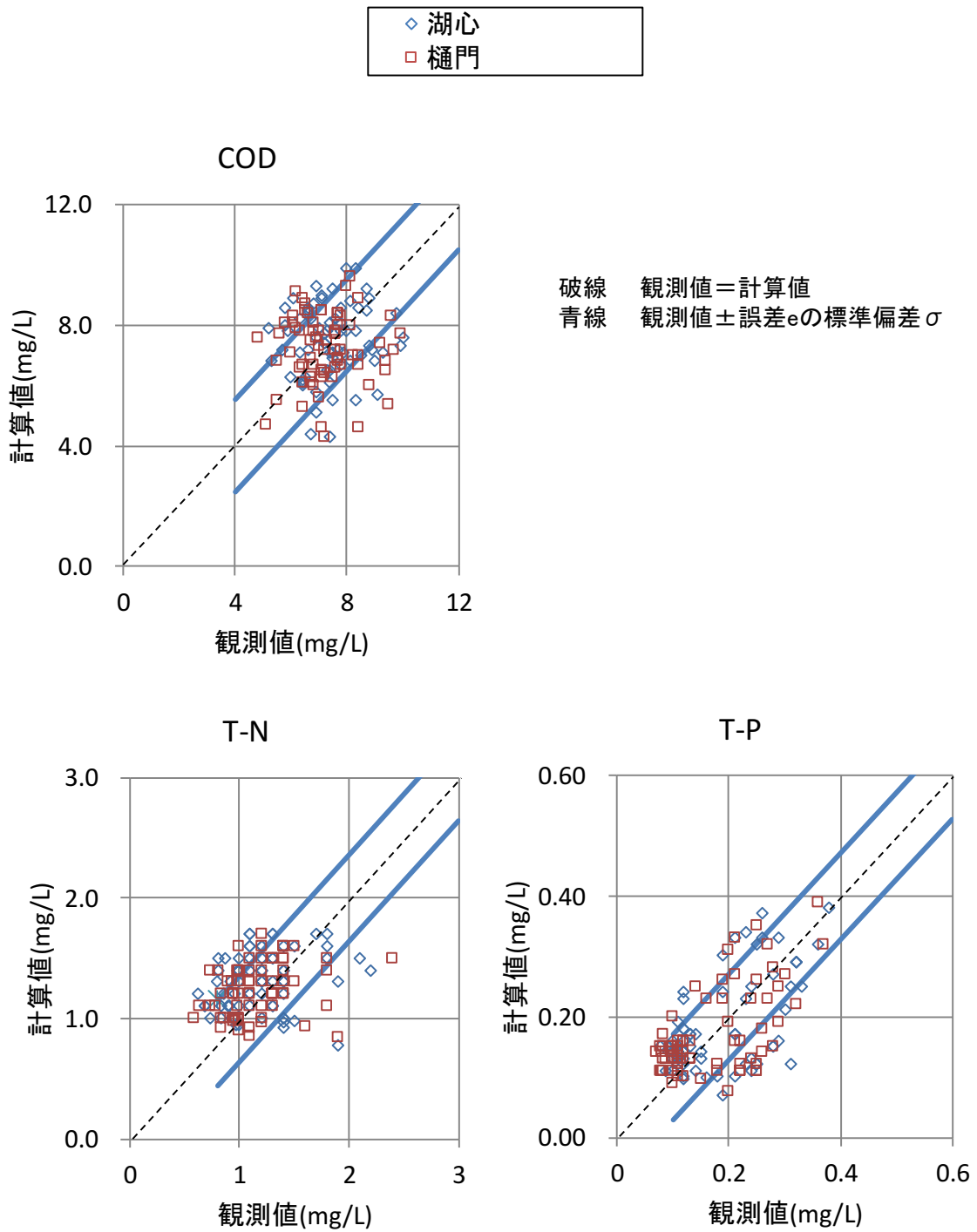


図 II-3 COD、T-N、T-P の観測値と計算値の比較（8期モデル）

溶存態 COD 濃度の再現性については、環境保健センターが湖心において測定した値と計算値を比較したところ、図 II-4 とおりとなった。

D-COD 濃度の再現性は、第 7 期、第 8 期モデルで差がないが、第 8 期モデルでは巻き上げを考慮したことにより懸濁態 COD の濃度が上昇し、COD の計算値が第 7 期よりも高くなっている。

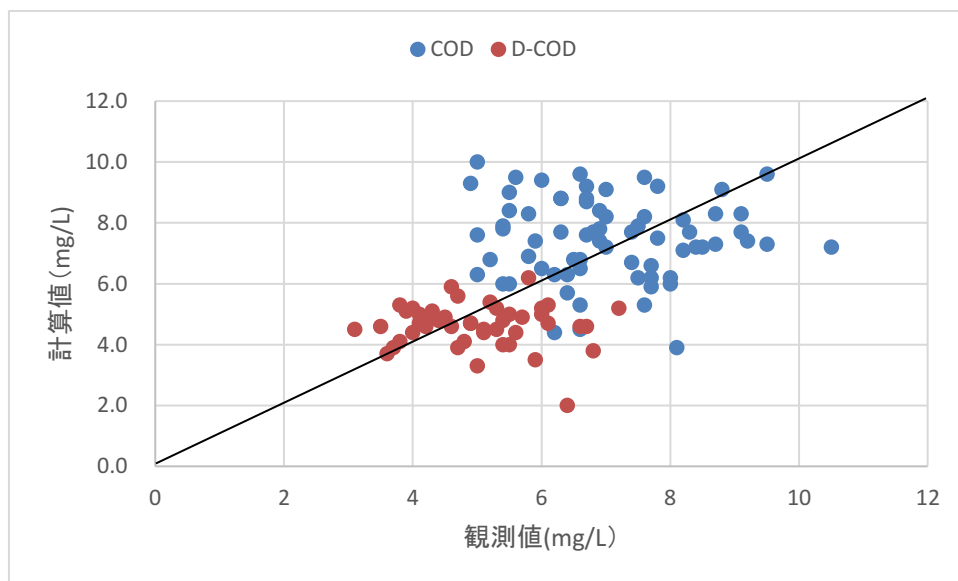


図 II-4 D-COD、COD の観測値（湖心）と計算値の比較（8期モデル）

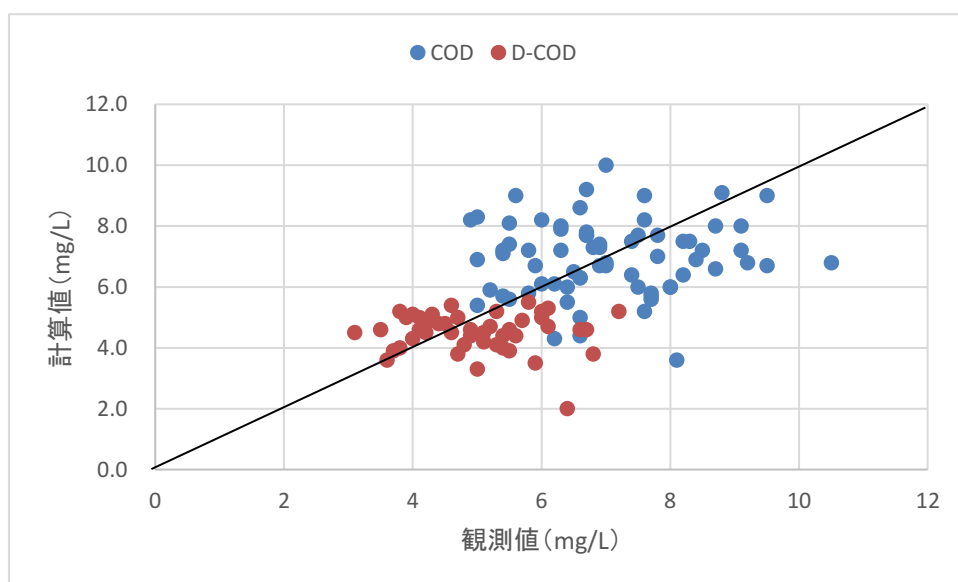


図 II-5 【参考】D-COD、COD の観測値（湖心）と計算値の比較（7期モデル（パラメータ変更後））

湖心における各月の計算値と観測値（公共用水域の常時監視結果、環境保健センター測定結果）と比較した。SS は 4 月～6 月にかけての計算値が観測値よりも低く、透明度の計算値が観測値よりも高くなってしまっている。

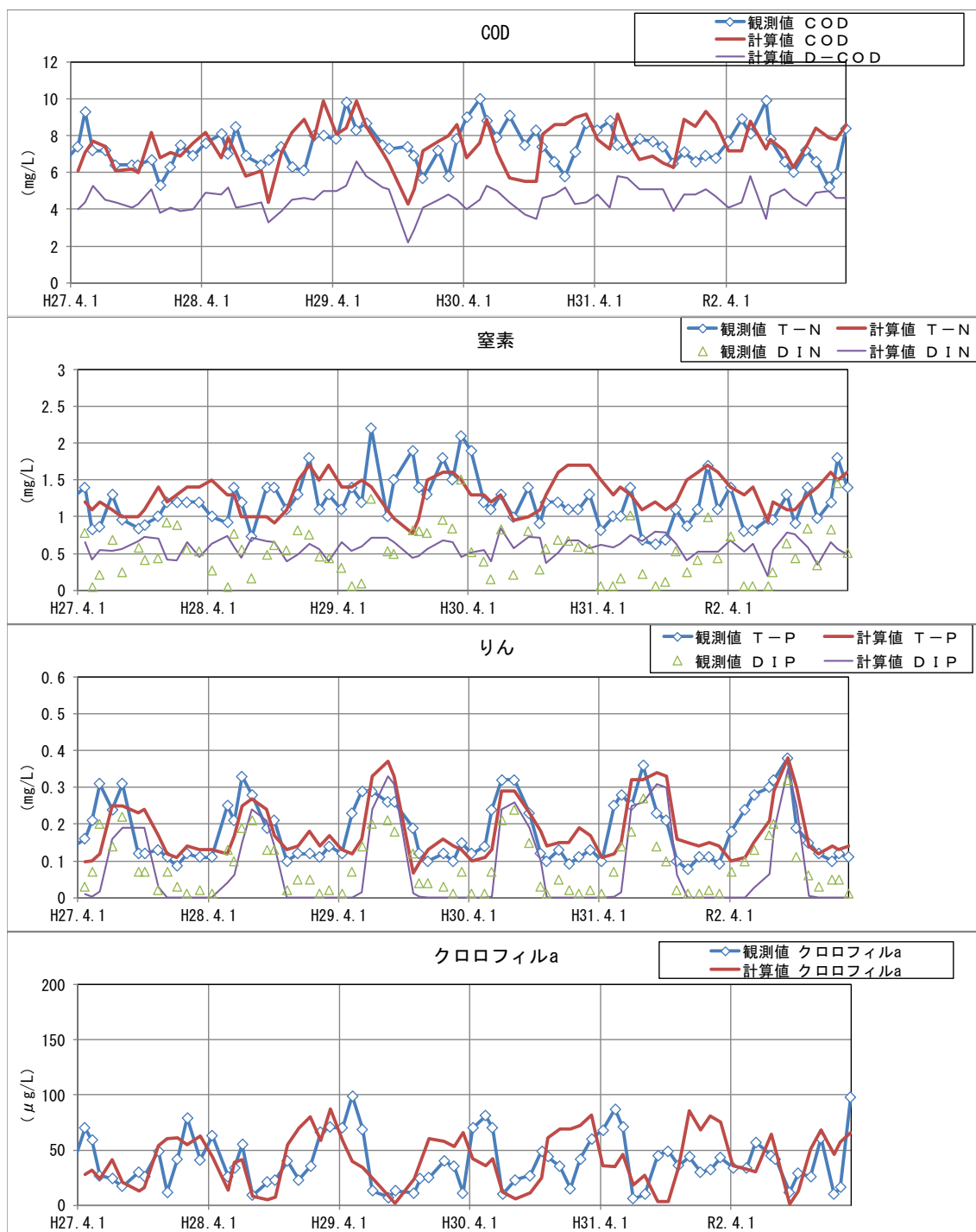


図 II-6 第 8 期モデルによる湖心の COD、T-N、T-P、クロロフィル a の計算結果（公共用水域常時監視結果との比較）

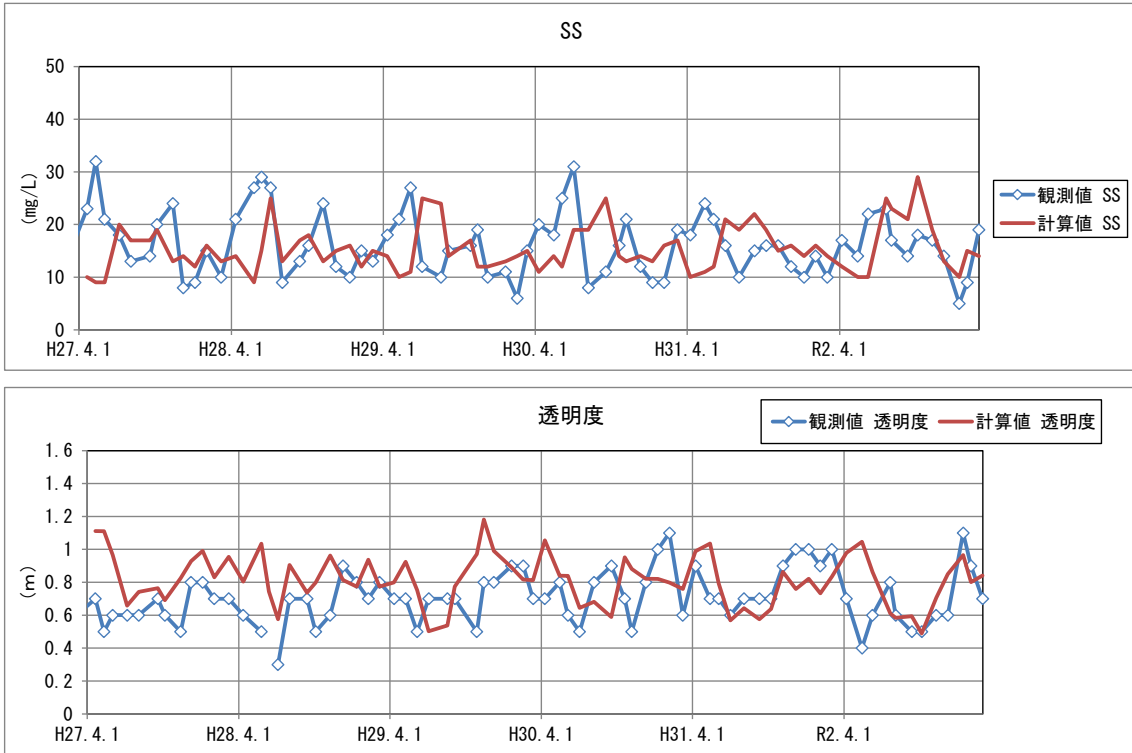


図 II-7 第8期モデルによる湖心のSS、透明度の計算結果
(公共用水域常時監視結果との比較)

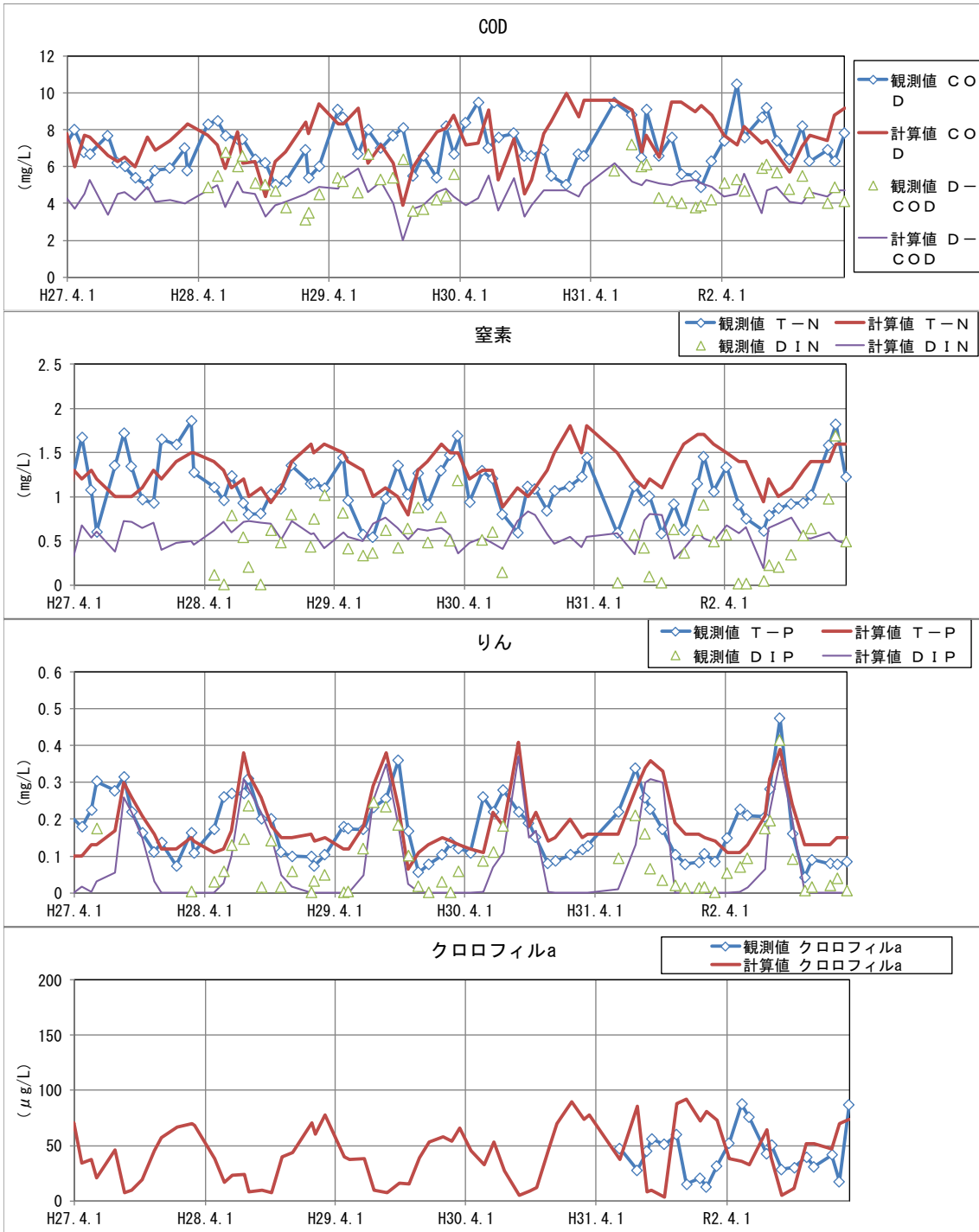


図 II-8 第8期モデルによる湖心のCOD、T-N、T-P、クロロフィルaの計算結果
(環境保健センター測定結果との比較)

(2) 年間 75%値、年平均値

①COD

第8期モデルでは巻き上げを考慮したことにより、第7期モデルの計算値よりも年間 75%値、年平均値が高くなった。

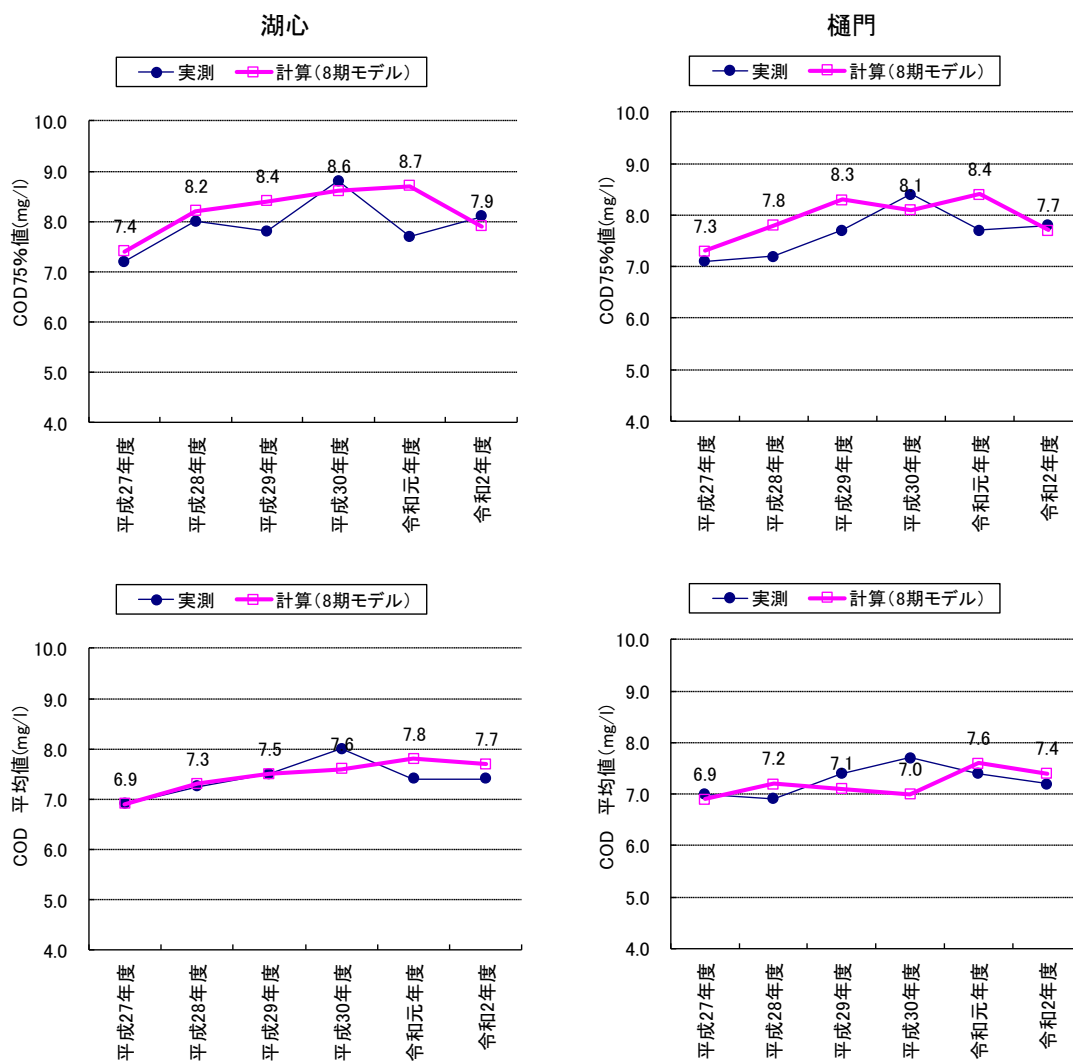


図 II-9 COD75%値および年平均値 (8期モデル)

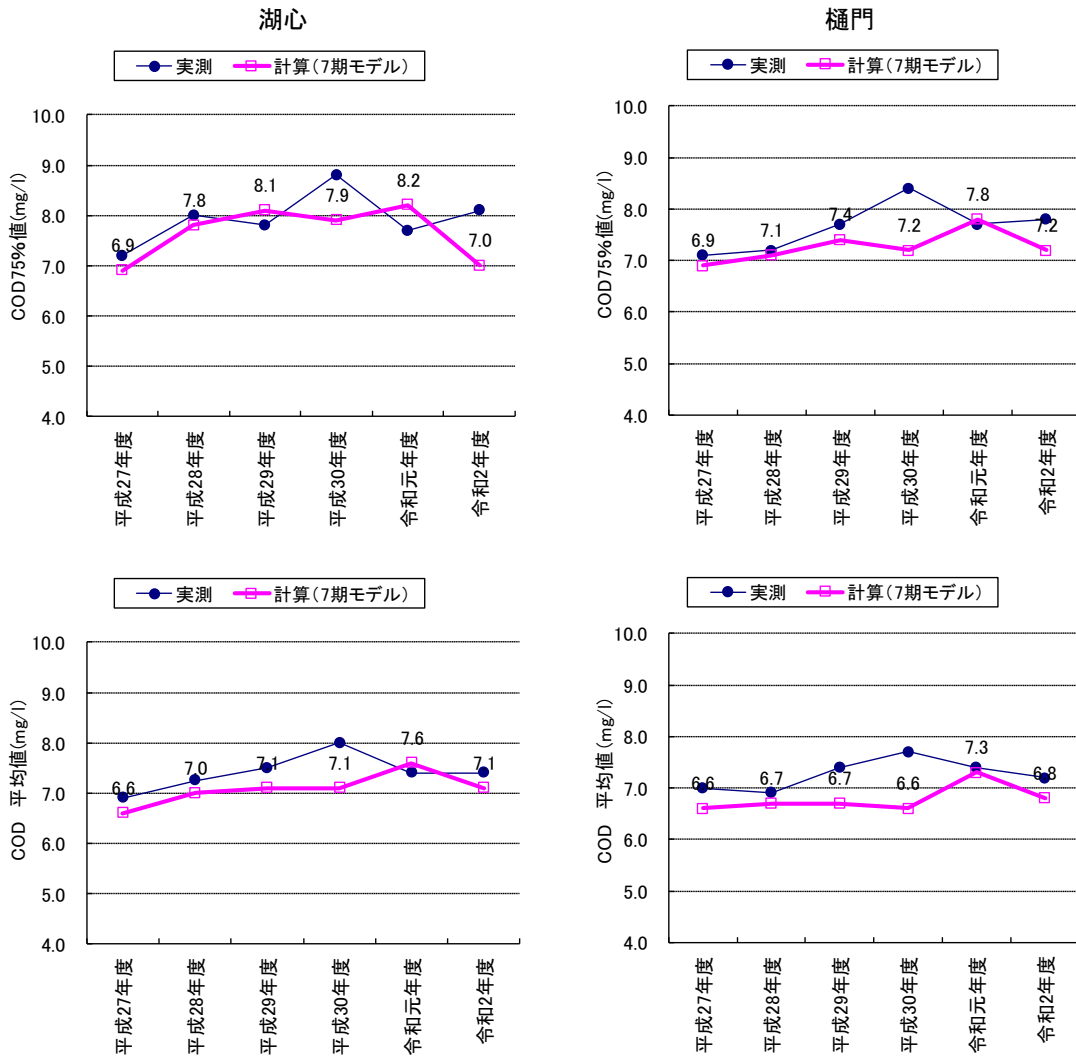


図 II-10 【参考】COD75%値および年平均値（7期モデル（パラメータ変更後））

②T-N、T-P、透明度

第8期モデルでは巻き上げを考慮したことにより、第7期モデルの計算値よりも年平均値が高くなった。

透明度については巻き上げを考慮したことにより再現性が悪化した。

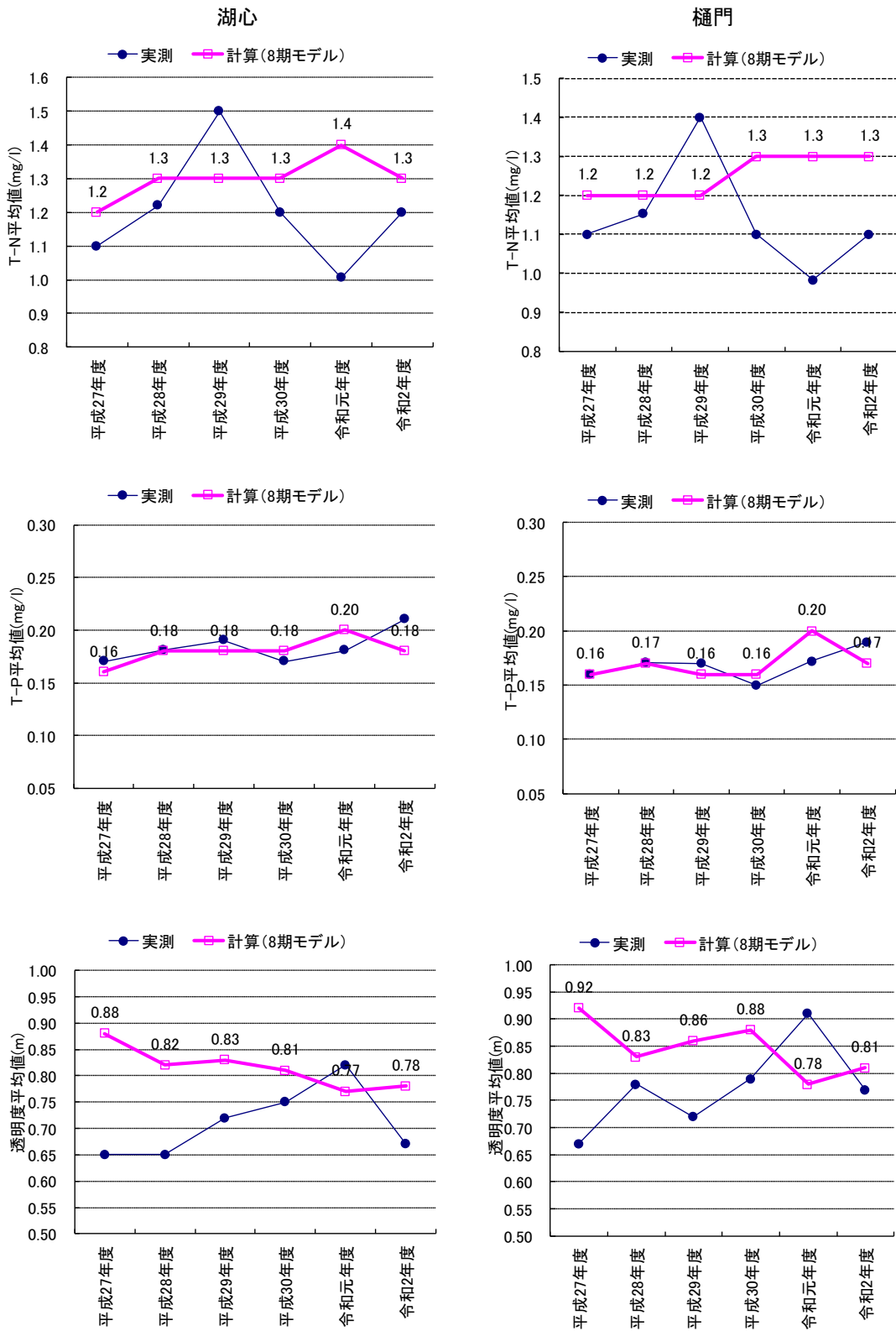


図 II-11 T-N、T-P、透明度の年平均値（8期モデル）

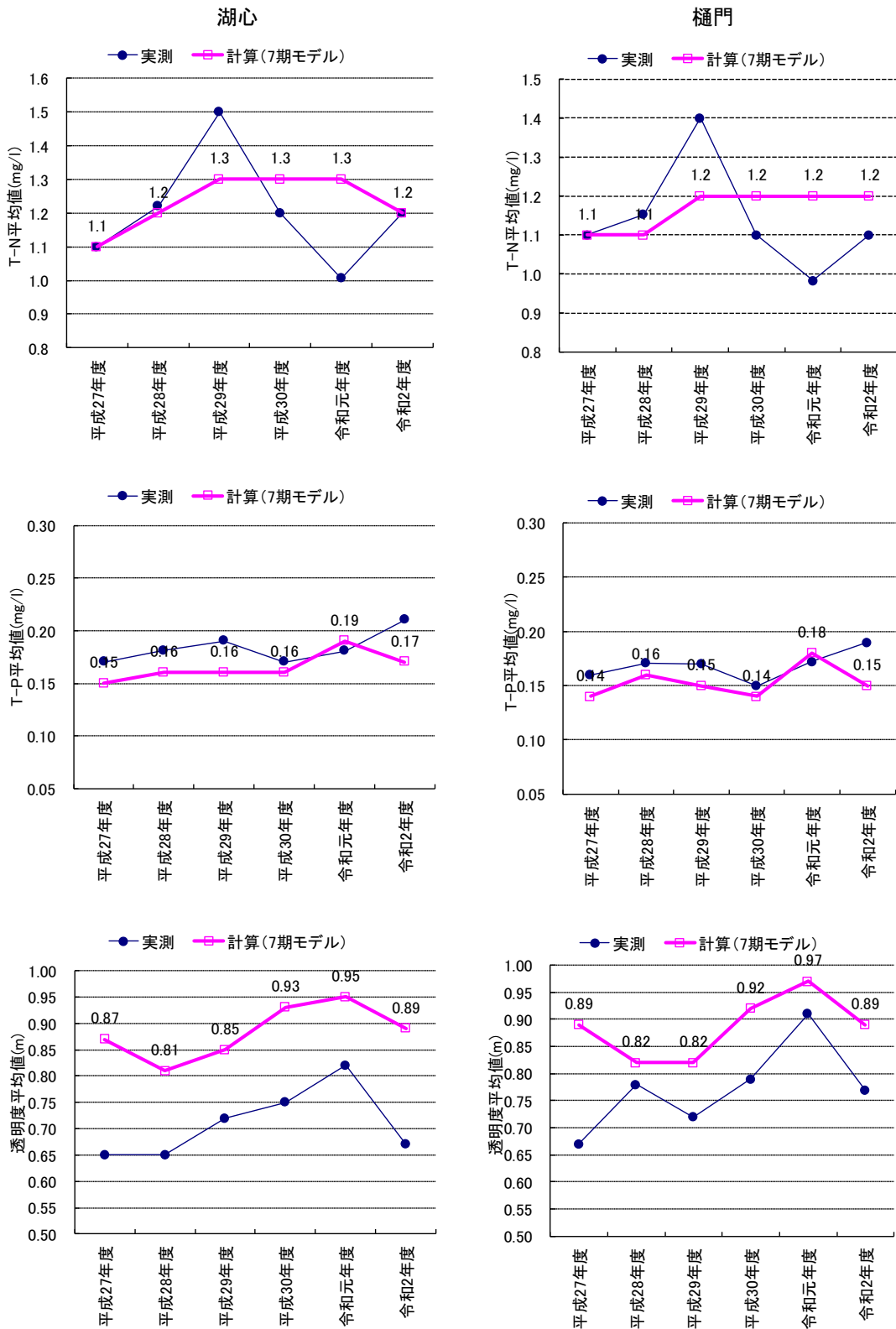


図 II-12 【参考】 T-N、T-P、透明度の年平均値（7期モデル（パラメータ変更後））

3 再現性の考察

(1) 検討方法

各月の気象条件データについて整理し、湖心地点でのモデル計算値 (COD、T-N、T-P、クロロフィル a の月平均値)、および湖心における測定値 (採水日の COD、T-N、T-P、クロロフィル a) との相関係数を分析した。収集した気象条件のデータは以下のとおりである。

- ・岡山地方気象台における月降水量
- ・降水日数 ($\geq 1.0\text{mm}$)
- ・降水日数 ($\geq 10.0\text{mm}$)
- ・降水日数 ($\geq 30.0\text{mm}$)
- ・岡山地方気象台における日平均気温の月平均値
- ・農業用水取水量_旭川 (万 $\text{m}^3/\text{日}$)
- ・農業用水取水量_十二ヶ郷 (万 $\text{m}^3/\text{日}$)
- ・農業用水取水量_八ヶ郷 (万 $\text{m}^3/\text{日}$)
- ・旭川、高梁川農業用水取水量_計 (万 $\text{m}^3/\text{日}$)
- ・児島湖の月平均滞留日数 (日)

(2) 分析結果

項目間の相関係数を表 II-2 に示す。

①モデル計算値と気象条件の相関

- ・T-N 濃度計算値は、気温や農業用水取水量と負の相関 (< -0.6) がみられる。また、COD 濃度計算値と正の相関 (> 0.6) が認められる。
- ・T-P 濃度計算値は、気温や農業用水取水量と正の相関 (> 0.6) がみられる。
- ・クロロフィル a 濃度計算値は、T-N 濃度計算値と正の相関 (> 0.6) がみられ、COD 計算値とも正の相関 (> 0.6) が認められる。
- ・COD 濃度計算値は、T-N 濃度とクロロフィル a 濃度の計算値と正の相関 (> 0.6) が認められる。
- ・モデルは、農業用水の取水量や降水量が減少して滞留日数が増加する、或いは気温が低下すると T-N 濃度計算値が上昇し、クロロフィル a 濃度計算値も上昇する。クロロフィル a 濃度が上昇すれば COD 濃度計算値も上昇する。という構造になっている。
- ・T-P 濃度計算値は、クロロフィル a 濃度計算値、COD 濃度計算値に及ぼす影響は小さく、T-P 濃度計算値は気温、あるいは水田かんがいによって上昇する、という構造になっている。

表 II-2 気象条件とモデル計算値およびの相関係数

	降水量	≧1.0mm	≧10.0mm	≧30.0mm	気温	農業用水_旭川	農業用水_十二ヶ郷	農業用水_八ヶ郷	農業用水_計	月平均滞留 日数	COD_計算 値	T-N_計算 値	T-P_計算 値	クロロフィ ルa_計算値	COD_観測 値	T-N_観測 値	T-P_観測 値	クロロフィ ルa_観測値
降水量	1.00																	
≧1.0mm	0.79	1.00																
≧10.0mm	0.89	0.81	1.00															
≧30.0mm	0.88	0.62	0.73	1.00														
気温	0.51	0.40	0.42	0.43	1.00													
農業用水_旭川	0.44	0.30	0.36	0.36	0.81	1.00												
農業用水_十二ヶ郷	0.39	0.27	0.32	0.32	0.81	0.97	1.00											
農業用水_八ヶ郷	0.32	0.18	0.34	0.18	0.66	0.77	0.79	1.00										
農業用水_計	0.41	0.27	0.35	0.31	0.81	0.97	0.98	0.89	1.00									
月平均滞留日数	-0.83	-0.75	-0.77	-0.72	-0.54	-0.51	-0.41	-0.32	-0.44	1.00								
COD_計算値	-0.12	-0.01	0.00	-0.18	⑨-0.15	-0.10	-0.10	0.02	-0.07	0.23	1.00							
T-N_計算値	-0.45	-0.29	-0.31	⑧-0.43	②-0.74	-0.62	-0.61	-0.47	-0.61	③0.57	0.69	1.00						
T-P_計算値	⑥0.21	0.10	0.16	0.16	①0.76	0.84	0.87	0.66	0.84	⑦-0.25	-0.24	-0.64	1.00					
クロロフィルa_計算値	-0.14	-0.03	-0.06	-0.18	-0.47	-0.43	-0.47	-0.23	-0.40	0.19	⑤0.79	④0.71	-0.64	1.00				
COD_観測値	0.18	0.30	0.14	0.13	⑨0.44	0.11	0.14	0.07	0.12	-0.17	0.16	-0.12	0.03	0.06	1.00			
T-N_観測値	0.10	0.11	0.03	⑧0.23	②-0.27	-0.17	-0.18	-0.33	-0.23	③-0.14	-0.08	0.11	-0.28	0.12	-0.07	1.00		
T-P_観測値	⑥0.45	0.32	0.34	0.42	①0.87	0.78	0.77	0.64	0.77	⑦-0.42	-0.06	-0.59	0.72	-0.39	0.38	-0.18	1.00	
クロロフィルa_観測値	-0.19	-0.03	-0.12	-0.24	-0.15	-0.34	-0.33	-0.17	-0.30	0.20	0.42	0.42	-0.40	0.37	⑤0.55	④-0.16	-0.20	1.00

赤：相関係数>0.6

緑：相関係数<-0.6

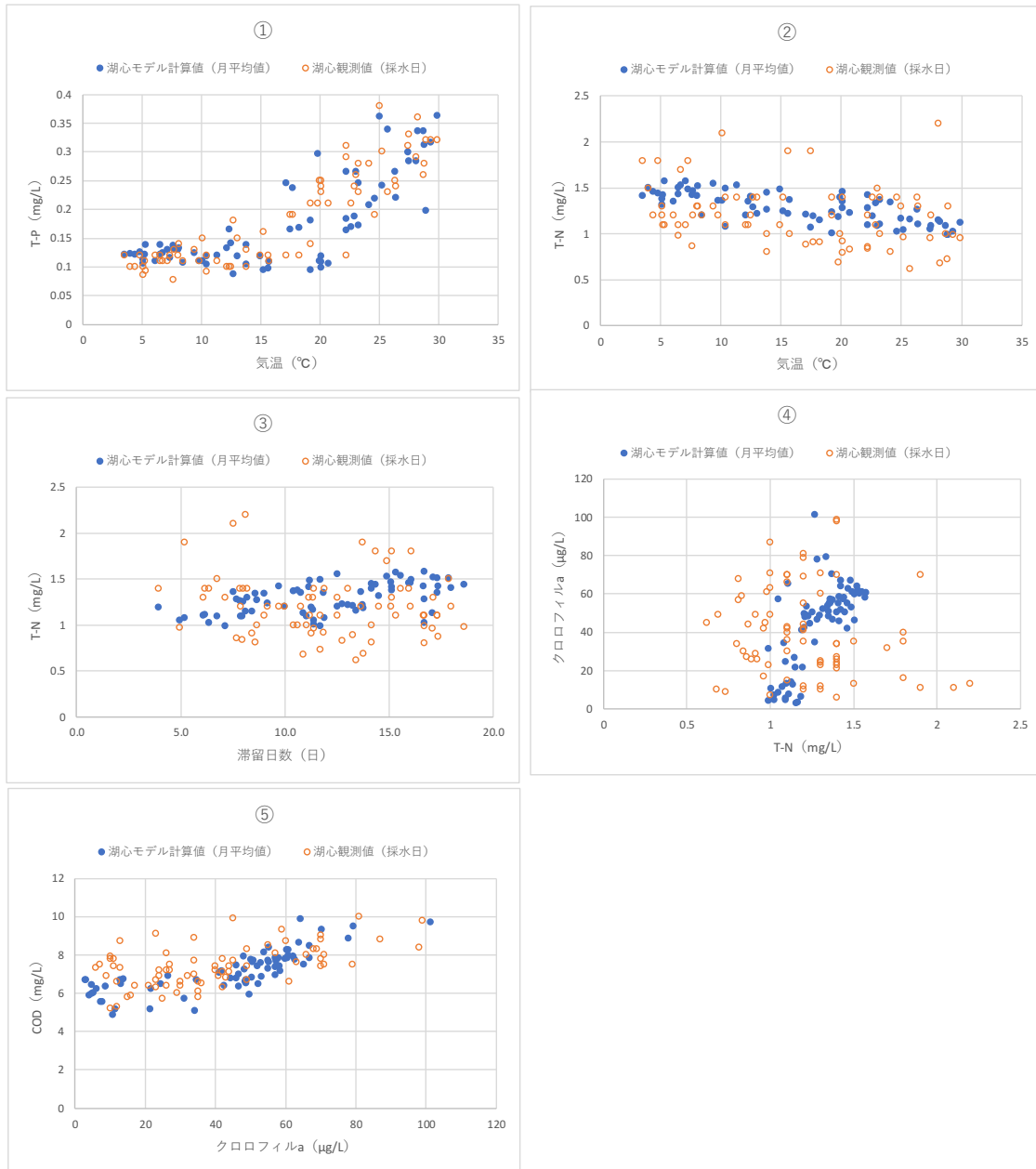


図 II-13 各項目の相関 (図中の①～⑤は表 II-2 中の番号と対応)

②観測値と気象条件の相関

- T-P 濃度の観測値は、気温や農業用水取水量と正の相関 (>0.6) がみられる。また、降水量 ($r=0.45$)、滞留日数 ($r=-0.42$) と多少相関がみられる。
- T-N 濃度の観測値は、クロロフィル a ($r=0.55$)、八ヶ郷用水取水量 ($r=0.33$)、気温 ($r=-0.27$)、30mm以上の降雨日数 ($r=0.23$) と多少相関がみられる。
- COD は気温 ($r=0.44$) と多少相関がみられる。

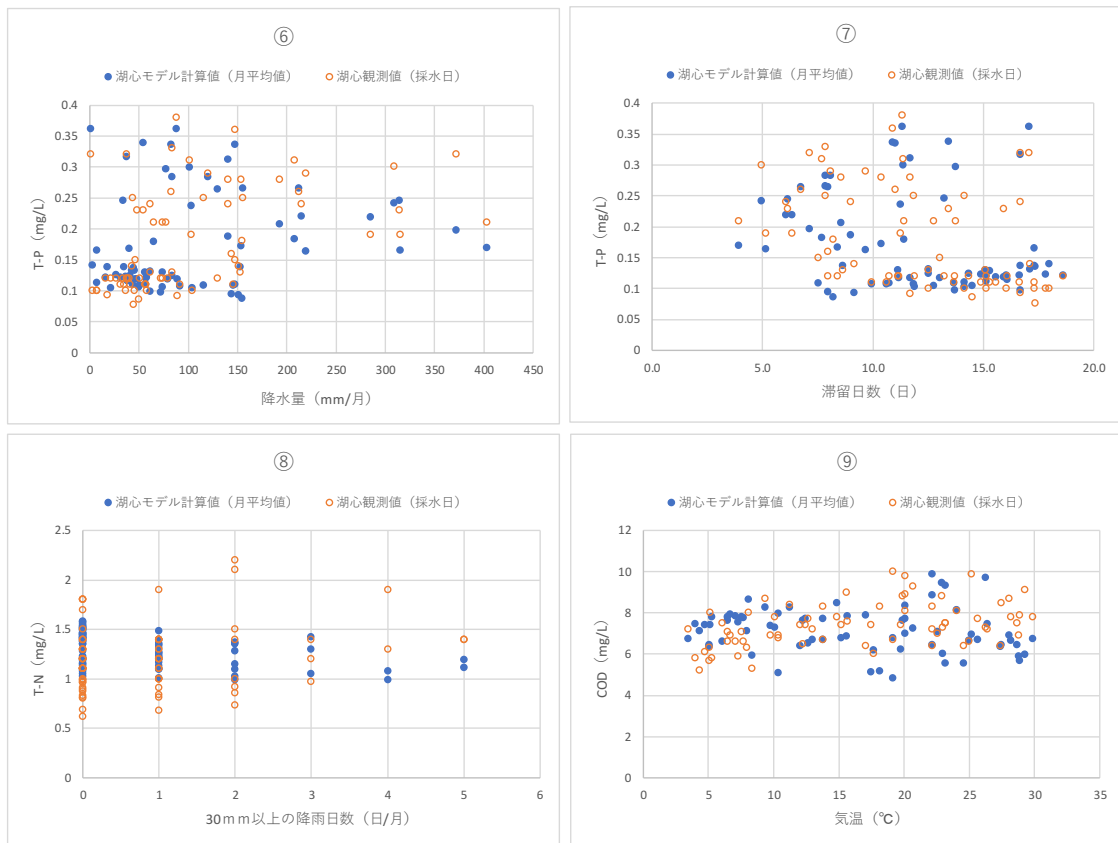


図 II-14 各項目の相関（図中の⑥～⑨は表 II-2 中の番号と対応）

(3) 各年度の気象条件の特徴

気象条件と水質項目（モデル計算値および観測値）の相関関係より、降水量や気温、滞留日数が児島湖の水質計算結果に影響を及ぼしていることが把握された。各年度の月別の状況について図 II-15 に示した。

- ・平成 27 年度から令和 2 年度にかけて滞留日数は増加する傾向が認められる。
- ・第 7 期計画の現況年度であった平成 27 年度は、5 月、8 月、10 月、2 月以外は 30mm 以上の降雨がみられるなど、雨の降り方が他の年度と異なる。
- ・令和 2 年度は 6 月の気温が他の年度と比べると高くなっており、8 月の気温も過去 6 年間で最も高くなっている。
- ・平成 27 年度の児島湖滞留日数は、14 日を超える月がないが、平成 28 年度以降は滞留日数の長い月は 14 日を超える月も多くなっている。

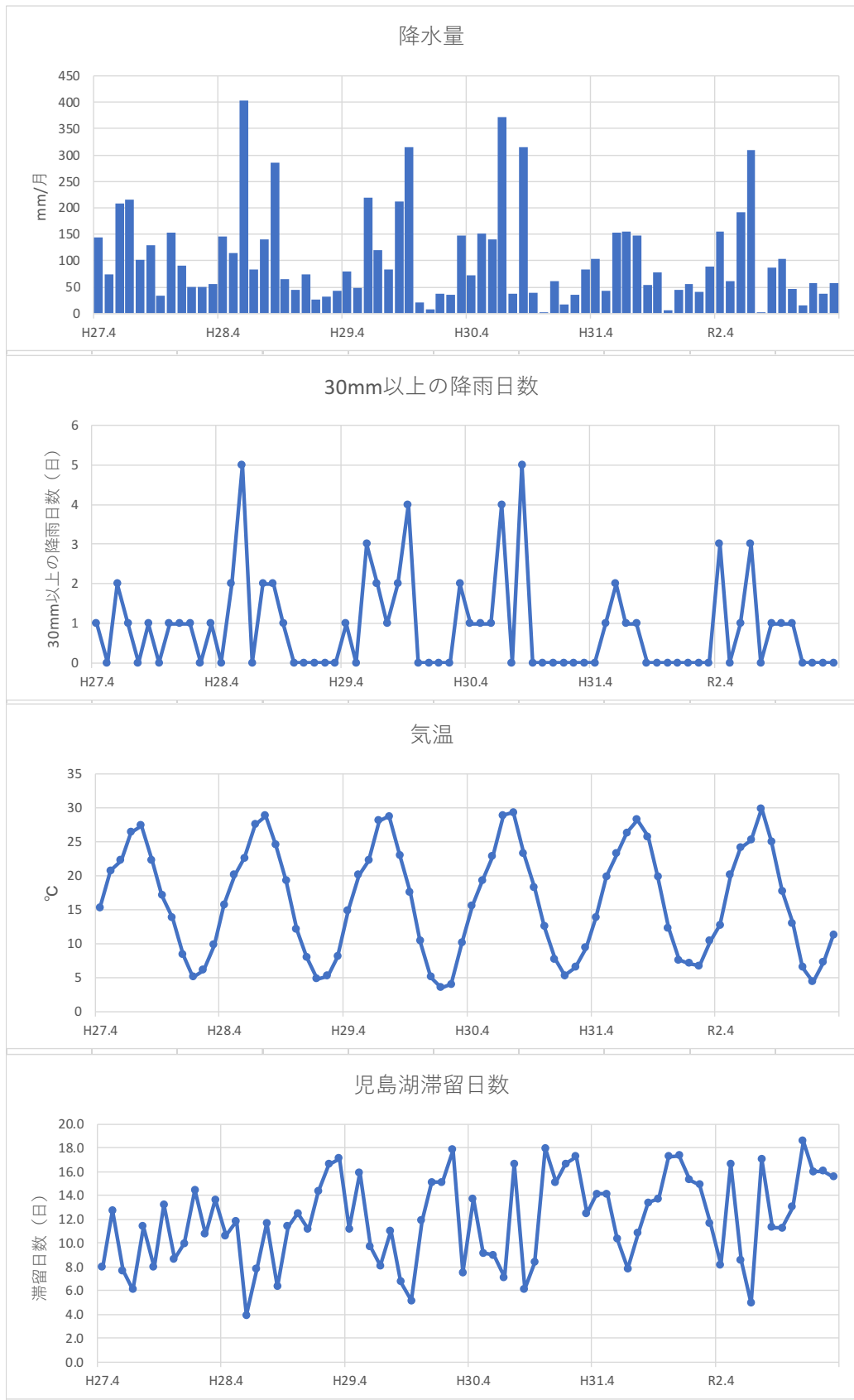


図 II-15 モデルの COD、T-N、T-P 濃度計算値に影響を及ぼす気象条件

4 まとめ

第8期水質シミュレーションモデル(案)では、第7期モデルに巻き上げモデルを追加し、一部パラメータを変更して再現性の確認を行った。その結果、第7期モデル(パラメータ調整後)と比較して、以下のとおりとなった。

- ・CODについては観測値と計算値の差 e の平均値はゼロに近づいたが、標準偏差 σ については7期モデルより大きくなった。
- ・T-Nについては、計算値が観測値よりも大きくなり、再現性は悪化した。
- ・T-Pについては、計算値が観測値に近づき、再現性は向上した。

T-Nの再現性を改善するためには、パラメータの再調整が必要と考えられる。また、SSおよび透明度の再現性を改善するため、流入条件の設定(L-Q式)の見直しも含めた検討を行い、第8期計画の目標値設定に使用することを提案する。

令和3年7月6日
第8期児島湖水質保全計画策定検討会 第4回会議 会議資料

第8期湖沼水質保全計画における水質目標値の検討方法 (案)

1 気象条件の違いが児島湖の水質に及ぼす影響

第7期モデルを用いて第7期における対策効果の検証を行った。気象条件を平成27年度と同じと仮定した場合、湖心におけるCOD75%値は0.1mg/L程度低下する結果となり、第7期計画策定時の効果と同程度の効果があったことが把握された。

しかし、各年度の実際の気象条件で計算したところ、0.03~0.6mg/L上昇してしまうことが把握された。

第7期の汚濁負荷量削減によって、CODをわずかに低下させる効果はあったと考えられるものの、気象条件の違いによる変動幅の方が大きいと考えられる。



図 1 湖心 COD75%値の観測値とモデル計算値

2 湖沼水質保全計画における水質目標値の検討方法（案）

第7期計画までは、現況年度と同じ気象条件で5年後の水質を予測し、その予測値を基に水質目標値を決定していたが、第7期計画の評価により、気象条件の違いが水質予測値に及ぼす影響が大きいことが示唆されたため、第8期計画の水質目標値を検討する場合には、表1に示す方法で検討することを提案する。

表1 第8期計画策定時の水質目標値の検討方法（案）

	将来水質予測		計画における水質目標値の設定方法
	基本ケース	追加ケース	
対策あり	平均的な気象年であると思われる令和2年度と同じ気象条件を仮定して、将来の排出汚濁負荷量を達成した場合、事業の計画値を達成した場合の水質を予測する。	将来の排出汚濁負荷量を前提として、過去10年間の気象条件で将来水質の予測を行い、気象条件が現況年度と異なることによる濃度の変動範囲を予測する。	基本ケース（または追加ケース）の水質予測値から期待される水質改善効果を把握し、現況年度の実績値に濃度低減幅を加えることで将来水質の目標値を設定する。
対策なし	現況年度と同じ気象条件を仮定して、将来の排出汚濁負荷量（対策なしの場合）となった場合の水質を予測する。	同上	基本ケースの水質予測値から期待される水質改善効果を把握し、現況年度の実績値に濃度低減幅を加えることで将来水質の目標値（参考値）を設定する。

第8期湖沼水質保全計画骨子（案）に対する指摘事項と対応

1. 高度合併処理浄化槽の整備促進について、第8期計画骨子（案）では記載がないが、今後も導入促進に務めるべきではないか。 【9頁】

県では、岡山県浄化槽設置促進費補助金交付要綱の中で、高度処理に対応した浄化槽については補助基準額を高め、整備促進に努めており、第8期計画においても変更がないことから骨子（案）を次のとおり修正する。

骨子（案）	骨子
第3章 児島湖の水質保全に向けた取組 3 水質保全のための規制その他の措置 （2）生活排水対策 ウ 単独処理浄化槽から合併処理浄化槽への転換促進 浄化槽転換費用助成制度の普及により、 単独処理浄化槽から合併処理浄化槽への転換を促進 対策目標値：転換基数	第3章 児島湖の水質保全に向けた取組 3 水質保全のための規制その他の措置 （2）生活排水対策 ウ 単独処理浄化槽から合併処理浄化槽への転換促進 浄化槽転換費用助成制度の普及により、 単独処理浄化槽から合併処理浄化槽（ <u>高度合併処理浄化槽を含む。</u> ）への転換を促進 対策目標値：転換基数

なお、令和元年度に県内で新規に設置された浄化槽のうち84%を高度処理型が占めている。

表 新設された浄化槽基数

年 度	設置基数	高度処理型 (内数)	高度処理型が 占める割合
H29	2,735	2,362	86%
H30	2,712	2,091	77%
R1	2,663	2,249	84%

出典：「浄化槽の指導普及に関する調査結果」令和2年度 環境再生・資源循環局
 廃棄物適正処理推進課 浄化槽推進室

2. 浄化槽整備促進区域について、合併浄化槽への転換促進策として活用する旨を記載してはどうか。 【9頁】

浄化槽法の改正により、市町村は、当該市町村の区域のうち自然的経済的社会的諸条件からみて浄化槽によるし尿及び雑排水の適正な処理を特に促進する必要があると認められる区域を浄化槽処理促進区域として指定することができることとされた。(令和2年4月施行)

児島湖流域市町では、岡山市及び倉敷市の全域（下水道法に基づく公共下水道処理区域、予定処理区域及び農業集落排水事業計画区域を除く）が指定されており、浄化槽の整備促進に努めることとしているため、計画本文に記載することとする。

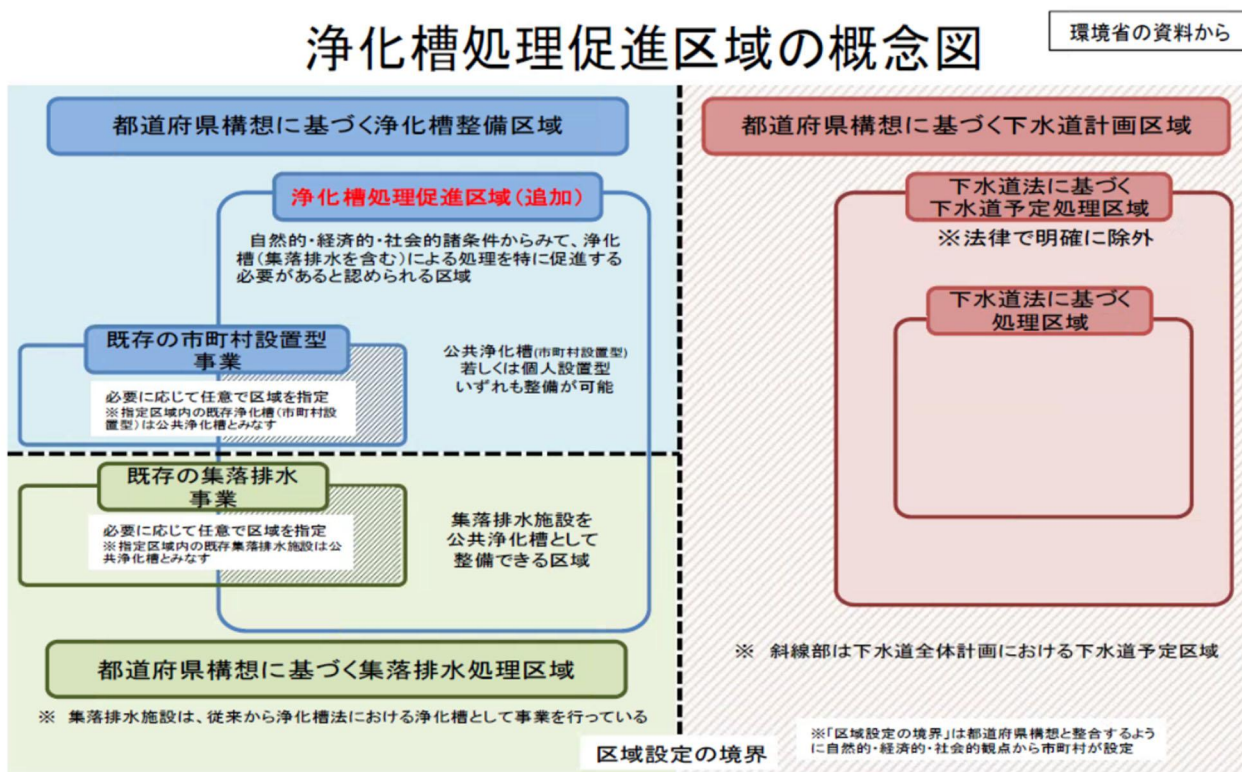


図 浄化槽処理促進区域の概念図

3. 水辺の保全について、タイトルを「親しみを持つための施設の維持管理」などに記述を改めてはどうか。 【14 頁】

骨子（案）を次のとおり修正する。

骨子（案）	骨子
第3章 児島湖の水質保全に向けた取組 4 その他水質保全のために必要な措置 (5) 水辺の保全 児島湖周辺の公園・遊歩道等の適正管理による快適な水辺環境の創出	第3章 児島湖の水質保全に向けた取組 4 その他水質保全のために必要な措置 (5) <u>親しみを持つための施設の適正管理</u> 児島湖周辺の公園・遊歩道等の適正管理による快適な水辺環境の創出

4. 気候変動による湖沼への影響について、予測又は評価の手法を検討し、将来的には適応策を含めた計画とするべきではないか。 【14 頁】

「気候変動による湖沼の水環境への影響評価・適応策検討に係る手引き（令和3年3月環境省水・大気環境局水環境課）」において、気候変動による影響は、それぞれの湖沼で考えていく必要があるとされていることから、児島湖における影響を把握するため、第8期計画期間中に調査研究を推進することとし、骨子（案）を次のとおり修正する。

骨子（案）	骨子
第3章 児島湖の水質保全に向けた取組 4 その他水質保全のために必要な措置 (2) 調査研究の推進等	第3章 児島湖の水質保全に向けた取組 4 その他水質保全のために必要な措置 (2) 調査研究の推進等 <u>オ 気候変動による湖沼への影響及び適応策 児島湖における影響を把握するための調査研究</u>

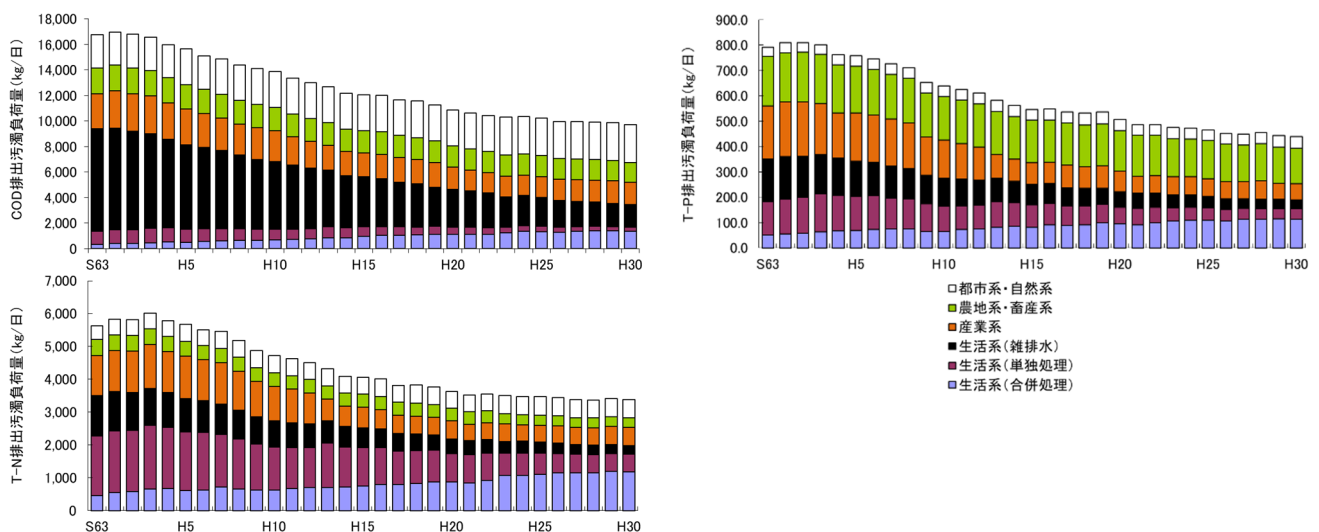
<p>【関連項目】</p> <p>第3章 児島湖の水質保全に向けた取組</p> <p>4 その他水質保全のために必要な措置</p> <p>(6) 気候変動への適応</p> <p>気候変動による湖沼への影響及び適応策について、国から発信される情報を基に、必要な対応を検討</p>	<p>変更なし（検討課題）</p>
---	-------------------

児島湖に係る第8期湖沼水質保全計画骨子

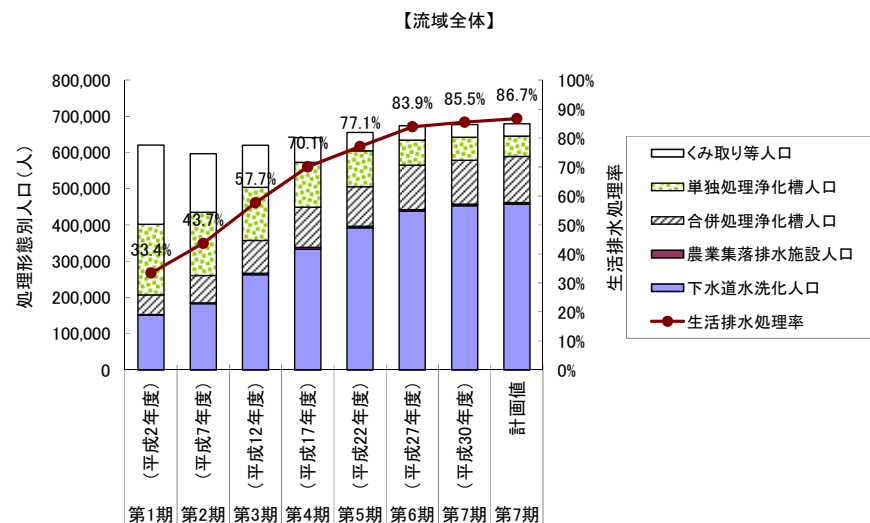
第1章 児島湖の水質保全対策の状況

1 汚濁負荷量の削減状況

- これまで、第7期にわたる湖沼水質保全計画に基づき、生活排水対策をはじめとした各種対策を実施することで、児島湖に流入する汚濁負荷量を削減
- 汚れの一般的な指標であるCODの汚濁負荷量は、昭和63年度には生活雑排水が大きな割合を占めていたが、下水道の整備等による生活排水処理率の向上により削減
- 富栄養化の指標であるT-N及びT-Pは、昭和63年度には生活系及び産業系からの負荷量が大きな割合を占めていたが、下水道等の整備や排水規制等により削減



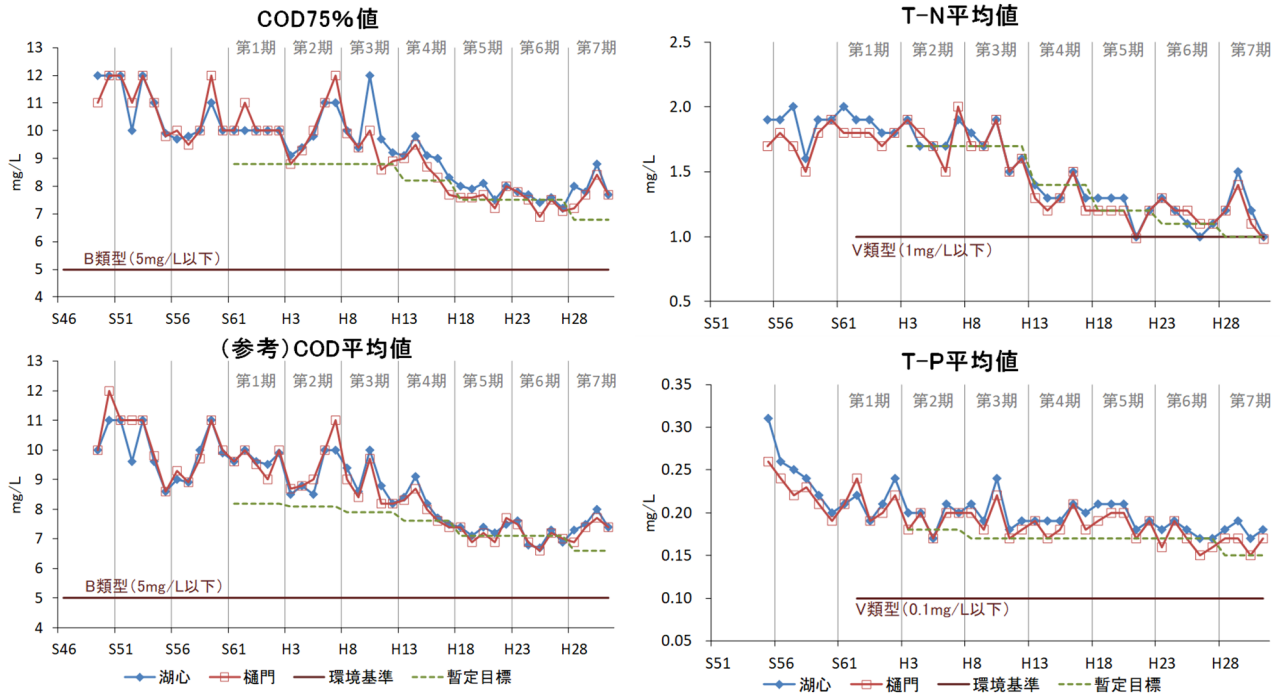
児島湖流域の排出汚濁負荷量の推移 (COD、T-N、T-P)



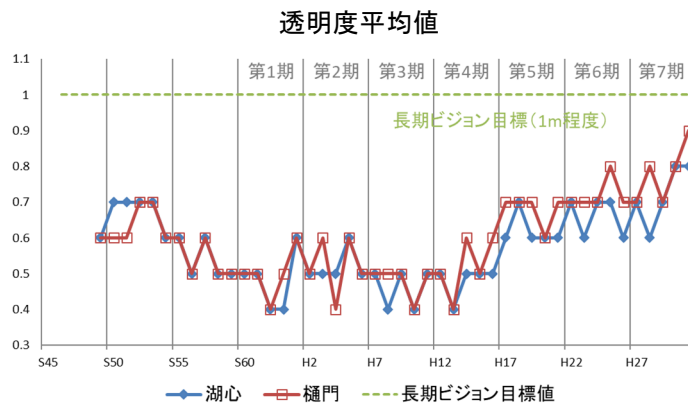
児島湖流域の生活排水処理率の推移

2 水質の変遷

- ・ 児島湖（湖心）の水質は、長期的には緩やかな改善傾向にあるが、第6期計画以降はCOD、T-N、T-Pともに横ばいの傾向
- ・ 透明度は、かつては0.5m程度だったが、長期ビジョンで目標としている1m近くまで徐々に改善



児島湖の水質の変遷 (COD、T-N、T-P)



児島湖の透明度の変遷

第2章 長期ビジョン及び計画の目標

1 計画期間

令和3年度から令和7年度まで

2 児島湖の水質保全に関する方針

(1) 児島湖の長期ビジョン

湖沼水質保全計画に基づく各種対策の推進及び県民との連携による取組により、環境基準の達成を目指しつつ、生物多様性の観点からも、できる限り早期に透明度1m程度への水質改善を図り、「児島湖に 水咲く 夢咲く 未来咲く」をキャッチフレーズとした児島湖の望ましい将来像を目指す。



(2) 計画期間内に達成すべき目標

項 目		7期目標 (令和2年度)	8期目標 (令和7年度)
COD	75%値	6.8 mg/L	※今後検討
	(参考)年平均値	6.6 mg/L	
T-N	年平均値	1.0 mg/L	
T-P	年平均値	0.15 mg/L	
透明度	年平均値	—	

(3) 計画の目標、対策と長期ビジョンをつなぐ道筋

児島湖に係る湖沼水質保全計画に基づく各種対策と長期ビジョンとの関連性は別表及び別図のとおりである。各対策の着実な実施、対策の進行管理・実績評価、定期的な見直しを進めることにより、できる限り早期に長期ビジョンの実現を目指す。

第8期湖沼水質保全計画		分類		長期ビジョン	
湖沼の水質保全に資する事業					
下水道、農業集排水施設、合併処理浄化槽等の整備	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
下水道の整備	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
農業集排水施設	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
合併処理浄化槽等の整備	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
湖沼等の浄化対策	水質の保全・改善	県民との連携		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
ヨシ原の適正な管理	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
農業用水の再利用	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
環境用水の導水	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
流入河川等の改修における環境配慮	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
流入河川等の改修における環境配慮	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
見島湖や流入河川等における水生植物の適正な管理	水質の保全・改善	県民との連携		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
見島湖や流入河川等における水生植物の適正な管理	水質の保全・改善	県民との連携		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
工場・事業場排水対策	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
排水規制	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
法源負荷量の抑制	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
指定施設等の構造、使用の規制	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
小規模特定・未規制事業場に対する指導、助言、勧告	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
生活排水対策	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
水質汚濁防止法に基づき生活排水対策重点地域の指定等	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
下水道等への接続促進	水質の保全・改善	県民との連携		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
単独処理浄化槽から合併処理浄化槽への転換促進	水質の保全・改善	県民との連携		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
浄化槽の適正な設置及び管理	水質の保全・改善	県民との連携		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
各家庭における生活雑排水対策の推進	水質の保全・改善	県民との連携		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
畜産に係る汚濁負荷対策	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
排水濃度規制及び構造・使用規制	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
家畜排せつ物の管理の方法に関する基準の遵守	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
流出水対策	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
農地対策	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
都市地域対策	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
流出水対策地区の指定及び重点的な対策	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
緑地の保全その他環境の保護・回復	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
水生生物、生育環境の保全	水質の保全・改善	県民との連携		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
緑地の保全その他自然環境の保護	水質の保全・改善	生物多様性の確保		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
その他水質保全のために必要な措置	水質の保全・改善	生物多様性の確保		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
公共用水域の監視	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
公共用水域の水質測定	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
県民参加による水質測定及び評価等	水質の保全・改善	県民との連携		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
調査研究の推進等	水質の保全・改善			遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
生物多様性の確保	水質の保全・改善	生物多様性の確保		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
県民と見島湖のつながり創出	水質の保全・改善	県民との連携		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
透明度の改善	水質の保全・改善	生物多様性の確保		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
難分解性有機物の実態調査	水質の保全・改善	生物多様性の確保		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
気候変動による湖沼への影響及び適応策	水質の保全・改善	生物多様性の確保		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
県民との連携による環境保全活動の推進	水質の保全・改善	水辺環境の整備・管理		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
アダプト事業による環境美化の推進	水質の保全・改善	環境学習の推進		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
県民の五感による水質評価の推進	水質の保全・改善	普及啓発・情報発信		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
推進体制の充実	水質の保全・改善	普及啓発・情報発信		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
積極的な情報発信	水質の保全・改善	普及啓発・情報発信		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
普及啓発活動の推進	水質の保全・改善	普及啓発・情報発信		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
ユスリカ対策	水質の保全・改善	環境学習の推進		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
環境学習の推進	水質の保全・改善	水辺環境の整備・管理		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
親しみを持ったための施設の適正な管理	水質の保全・改善	水質の保全・改善		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
気候変動への適応	水質の保全・改善	水質の保全・改善		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
関係計画等との整合	水質の保全・改善	水質の保全・改善		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
事業者等に対する支援	水質の保全・改善	水質の保全・改善		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖
計画の進捗管理	水質の保全・改善	水質の保全・改善		遊びたくなる見島湖	気持のよい水辺・自然豊かな見島湖



第3章 児島湖の水質保全に向けた取組

1 長期ビジョンの実現に向けて重点的に取り組む事業

- ・環境用水の導水など透明度の改善につながる事業
- ・児島湖と県民をつなぐ取組

2 湖沼の水質保全に資する事業

(1) 下水道、農業集落排水施設、合併処理浄化槽等の整備

ア 下水道の整備

項目	7期目標 (令和2年度)	8期目標 (令和7年度)
下水道処理人口	507千人	※今後検討(千人)
下水道普及率	74.6%	※今後検討(%)

イ 農業集落排水施設

項目	7期目標 (平成28～令和2年度)	8期目標 (令和3～7年度)
農業集落排水施設の整備	—	※今後検討(処理区)

ウ 合併処理浄化槽等の整備

項目	7期目標 (平成28～令和2年度)	8期目標 (令和3～7年度)
合併処理浄化槽の整備	5,360基	※今後検討(基)
し尿処理施設の整備	6施設(現状)	※今後検討(施設)

(2) 湖沼等の浄化対策

ア ヨシ原の適正な管理

水中の窒素やリンを吸収するとともに水質浄化の効果を有し、水鳥や魚類の繁殖の場ともなっているヨシ原の適正な管理

対策	7期目標 (平成28～令和2年度)	8期目標 (令和3～7年度)
ヨシ原の管理	150,000m ²	※今後検討(m ²)

イ 農業用水の再利用

非かんがい期における児島湖の水質保全に資するための旭川及び高梁川からの農業用水の再利用

対 策	7期目標 (平成28～令和2年度)	8期目標 (令和3～7年度)
農業用水の再利用	600,000m ³ /日 (5年間平均)	<u>※今後検討 (m³/日)</u>

ウ 環境用水の導水

非かんがい期に、社会実験として旭川の豊水時に環境用水を児島湖へ導水

対 策	7期目標 (令和2年度)	8期目標 (令和3～7年度)
環境用水の導水	—	児島湖への導水量 2.4 (m ³ /s) ※

※児島湖への実導入量は2.0 m³/s

エ 流入河川等のしゅんせつ

流入河川及び児島湖に流入する用排水路における児島湖の水質浄化に資するためのしゅんせつの実施

対 策	7期目標 (平成28～令和2年度)	8期目標 (令和3～7年度)
用排水路のしゅんせつ	12,120m ³	<u>※今後検討 (m³)</u>

オ 流入河川等の改修における環境配慮

河川や用排水路の改修において多自然川づくり等の実施の検討

対 策	7期目標 (平成28～令和2年度)	8期目標 (令和3～7年度)
河川等の改修	7箇所	<u>※今後検討 (箇所)</u>
用排水路の改修	—	<u>※今後検討 (箇所)</u>

カ 児島湖や流入河川等における水生植物の適正な管理

- ・ 児島湖や流入河川、用排水路における水生植物の枯死と汚濁負荷の水中への回帰による二次的な汚濁及び児島湖への流入を防止するための水生植物の除去
- ・ 既存の水利施設の障害となる過剰に繁茂した水草、切れ藻等の除去

キ 児島湖や流入河川等におけるごみ対策

- ・ 児島湖や流入河川等におけるごみの除去
- ・ 監視や適正処理指導によるごみの発生抑制対策の実施

3 水質保全のための規制その他の措置

(1) 工場・事業場の排水対策

ア 排水規制

- ・水質汚濁防止法に基づく排水基準(県条例による上乗せ排水基準を含む。以下同じ。)の適用
- ・岡山県環境への負荷の低減に関する条例に基づく排水基準の適用
- ・立入検査等による監視・指導の強化
- ・違法行為に対する指導・取締りの徹底

対 策	7 期目標 (令和 2 年度)	8 期目標 (令和 7 年度)
工場・事業場の排水基準適合率	—	<u>※今後検討 (%)</u>

イ 汚濁負荷量の抑制

- ・水質汚濁防止法及び瀬戸内海環境保全特別措置法に基づく総量規制基準の適用
- ・湖沼水質保全特別措置法に基づく汚濁負荷量の規制基準の適用
- ・立入検査等による関係法令の順守徹底

ウ 指定施設等の構造、使用の規制

湖沼水質保全特別措置法に基づく指定施設等の構造及び使用の方法に関する基準を定める条例の適用

エ 小規模特定事業場・未規制事業場に対する指導、助言、勧告

水質汚濁防止法及び湖沼水質保全特別措置法による規制の対象とならない未規制事業場に対する必要な指導、助言及び勧告の実施

(2) 生活排水対策

ア 水質汚濁防止法に基づく生活排水対策重点地域の指定等

岡山市、倉敷市、玉野市及び総社市では、生活排水対策推進計画に基づき、下水道、農業集落排水施設及び合併処理浄化槽について、地域の実情に応じた効率的な整備を推進

イ 下水道等への接続促進

下水道及び農業集落排水施設の供用区域においては、市町の融資制度の活用等により遅滞なく生活排水を処理施設へ接続するよう、地域住民に対し啓発・指導を実施

ウ 単独処理浄化槽から合併処理浄化槽への転換促進

浄化槽転換費用助成制度により、単独処理浄化槽から合併処理浄化槽 (高度合併処理浄化槽を含む。) への転換を促進

対 策	7 期目標 (平成 28～令和 2 年度)	8 期目標 (令和 3～7 年度)
転換基数	2 5 0 基	<u>※今後検討 (基)</u>

エ 浄化槽の適正な設置及び管理

- ・浄化槽法及び建築基準法に基づく適正な設置や浄化槽法に基づく保守点検、清掃、法定検査の徹底
- ・立入検査等による関係法令の遵守徹底

オ 各家庭における生活雑排水対策の推進

各家庭に対して、クリーンネットや微細目ストレーナー、三角コーナーの使用による調理くずの流出防止、ディスポーザーの使用禁止（岡山県児島湖環境保全条例施行規則で定めたものを除く。）、廃食用油の流出防止と石けん・燃料等への再生、洗剤の適正使用等に係る普及啓発を推進

(3) 畜産業に係る汚濁負荷対策

ア 排水濃度規制及び構造・使用規制

- ・水質汚濁防止法に基づく排水基準の適用
- ・湖沼水質保全特別措置法に基づく指定施設等の構造・使用規制の遵守徹底

イ 家畜排せつ物の管理の方法に関する基準の遵守

- ・家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律に基づく巡回指導の実施
- ・不適切な事業者に対する指導、助言、勧告、命令
- ・家畜排せつ物処理施設の導入・補修への助成

(4) 流出水対策

ア 農地対策

- ・岡山県持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する指針に基づく環境保全型農業の推進
- ・有機物の適切な農地還元等による土づくりを基本に、土壌診断による適正施肥等による化学肥料施用量の低減
- ・生産性の向上と環境負荷の低減を調和させた将来とも持続可能な農業の推進
- ・水田の水質浄化機能を活かした水管理の推進

対 策	内 容
土づくりに関する技術の普及	<ul style="list-style-type: none">・たい肥等有機質資材の施用・レンゲ等緑肥作物の利用
化学肥料低減技術の普及	<ul style="list-style-type: none">・作物の根の周辺等、効果的な場所（局所）への肥料の施用・作物の生長に合わせて効果が現れる肥料（肥効調節型肥料）の施用・土壌のリン酸含有量に応じた施肥量の削減

	(リン酸・カリ含有量の少ない被覆複合肥料(L字型肥料)の施用)
濁水の流出防止	<ul style="list-style-type: none"> ・代かきや施肥後の適切な水管理及び畦畔管理 ・多面的機能支払交付金を活用した集落ぐるみによる農業排水対策に関する啓発の推進 ・被覆肥料カプセルの流出防止に係る技術指導、啓発の推進

化学肥料低減技術の普及による施肥量の削減

対 策	7期目標 (令和2年度)	8期目標 (令和7年度)
土壌のリン酸含有量に応じた施肥量の削減	80% (児島湖流域の水稲栽培でのL字型肥料の普及面積率)	<u>※今後検討 (%)</u>

イ 都市地域対策

- ・道路路面、道路側溝等の清掃
- ・公園、生活道路、側溝等の清掃

対 策	7期目標 (平成28～令和2年度)	8期目標 (令和3～7年度)
道路路面の清掃 (国道、県道、市町道)	4,029km/年	<u>※今後検討 (km/年)</u>

ウ 流出水対策地区の指定及び重点的な対策

流出水対策推進計画に基づき、重点的な対策を実施

〈指定地区〉岡山市南区北七区地区(農地 3.38km²、道路 24.9km)

〈対 策〉・環境保全型農業の普及・定着

- ・アダプト等による道路、水路の環境美化活動
- ・道路管理者等による道路、側溝等の清掃
- ・効果確認のための各種調査
- ・流出水対策に係る普及啓発

(5) 緑地の保全その他環境の保護・回復

ア 水生生物、生育環境の保全

- ・児島湖の生物多様性を確保するための調査研究の実施
- ・流域に生息する生物の保護活動を通じた水質保全意識の高揚促進
- ・水生植物帯の適正な管理や清掃活動の推進による淡水魚介類の生育環境の改善
- ・魚礁の設置等によるテナガエビ等の生育環境の確保
- ・生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来生物対策の啓発
- ・生物多様性基本法の適確な運用

イ 緑地の保全その他自然環境の保護

自然環境保全法、自然公園法、森林法、都市計画法、都市公園法、都市緑地法、河川法、土地改良法等関係法令や関係諸制度の的確な運用

4 その他水質保全のために必要な措置

(1) 公共用水域の監視

ア 公共用水域の水質測定

- ・岡山市、倉敷市では、児島湖内の4地点及び流入河川の11地点において、水質の監視、測定を実施
- ・流域市町では、小規模な河川、農業用水路等の水質検査を実施
- ・長期ビジョンの実現に必要な項目、測定頻度等の検討・測定の実施

イ 県民参加による水質測定及び評価等

県民参加による水質測定、五感による水質評価等の実施

(2) 調査研究の推進等

行政機関と大学等が効率的かつ効果的に調査を実施すべく設置した検討会による共同調査研究の実施

ア 生物多様性の確保

生物多様性の観点から目指すべき水質及び実施すべき取組に係る調査研究

イ 県民と児島湖のつながり創出

県民が児島湖を訪れ、児島湖の水環境を学ぶための拠点づくりに向けた調査研究

ウ 透明度の改善

年間を通じた浮遊物質の構成成分と発生メカニズムに関する調査研究

エ 難分解性有機物の実態調査

児島湖及び児島湖流域における難分解性有機物の実態を把握するための調査研究

オ 気候変動による湖沼への影響及び適応策

児島湖における影響を把握するための調査研究

(3) 県民との連携による環境保全活動の推進

ア アダプト事業による環境美化の推進

おかやまアダプト推進事業及び児島湖畔環境保全アダプトによる環境美化の推進

イ 県民の五感による水質評価の推進

マニュアルを策定し、県民の五感による水質評価の取組の推進

対 策	7期目標（令和2年度）	8期目標 （令和3～7年度）
五感による水質評価	—	参加人数 <u>※今後検討（人）</u>
		評価点数 <u>※今後検討（点）</u>

ウ 推進体制の充実

地域住民、NPO、事業者、教育機関、関係団体、行政機関等の連携によるネットワークの拡充

エ 積極的な情報発信

公共用水域の水質測定等の結果に基づき、各種対策の進捗状況及びその評価について、積極的に情報を発信

オ 普及啓発活動の推進

- ・各種パンフレットやホームページの作成、岡山を拠点とするプロスポーツチームとの連携、マスメディア、SNS、動画配信サービス等を利用した広報等の推進
- ・9月から11月までを「児島湖流域環境保全推進期間」として、県民運動として各種行事を実施
- ・ふなやテナガエビなど、児島湖の水産物等を活用したイメージアップの推進

カ ユスリカ対策

水質浄化対策に関する各種情報を積極的に発信するとともにユスリカの幼虫であるアカムシの生息数調査の実施

（4）環境学習の推進

- ・水質保全に関する知識の普及と環境に対する意識の高揚を図るため、「環境学習エコツアー」等の環境学習等の実施
- ・「児島湖移動水族館」や五感による水質評価の機会を利用した水生生物とのふれあいなど、児島湖に生息する多様な生物とふれあえる機会の創出
- ・小中学生を対象とした「児島湖流域環境保全推進ポスターコンクール」を実施し、ポスター制作を通じた環境保全意識の高揚促進

(5) 親しみを持つための施設の適正管理

児島湖周辺の公園・遊歩道等の適正管理による快適な水辺環境の創出

公園名	管理主体
浦安太刀洗公園	岡山市
郡公園	岡山市
ふれあい野鳥親水公園	県
なださきレイクサイドパーク	岡山市
自然環境体験公園	県

(6) 気候変動への適応

気候変動による湖沼への影響及び適応策について、国から発信される情報を基に、必要な対応を検討

(7) 関係計画等との整合

- ・指定地域内の開発に係る諸計画及び児島湖流域別下水道整備総合計画との整合性を確保
- ・岡山県児島湖環境保全条例や晴れの国おかやま生き生きプラン、岡山県環境基本計画（エコビジョン）など、児島湖の水質保全に係る関係法令・諸計画の運用に当たっては、本計画の推進に資するよう配慮

(8) 事業者等に対する支援

政府系金融機関による融資制度、岡山県及び流域市町の融資制度等の活用により、事業者による汚水処理施設等の整備を推進

(9) 計画の進捗管理

計画に基づき対策を適切に実施するため、毎年度、計画の進捗管理を行い、結果を公表

令和3年7月6日
第8期児島湖水質保全計画策定検討会 第4回会議 会議資料

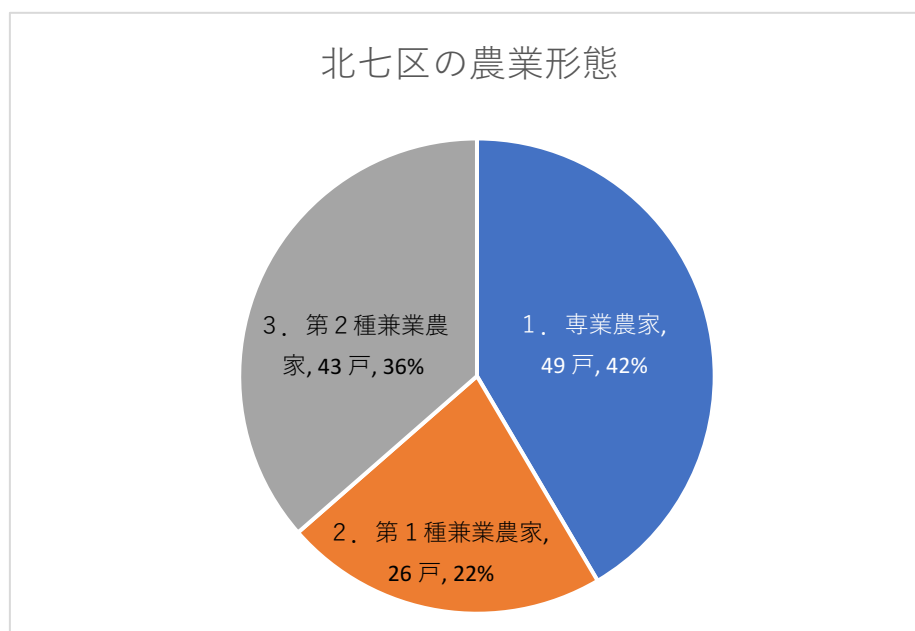
流出水対策地区営農アンケート集計結果

質問 1 : 農業従事者に関する質問

質問 1-1 あなたの農業形態は、次の3つのうち、どれに当てはまりますか？

1つ選んで○を付けてください。

1. 専業農家（世帯員の中に兼業従事者が1人もいない農家）
2. 第1種兼業農家（世帯員の中に兼業従事者が1人以上いる農家であり、農業所得を主とする農家）
3. 第2種兼業農家（世帯員の中に兼業従事者が1人以上いる農家であり、農業所得を従とする農家）

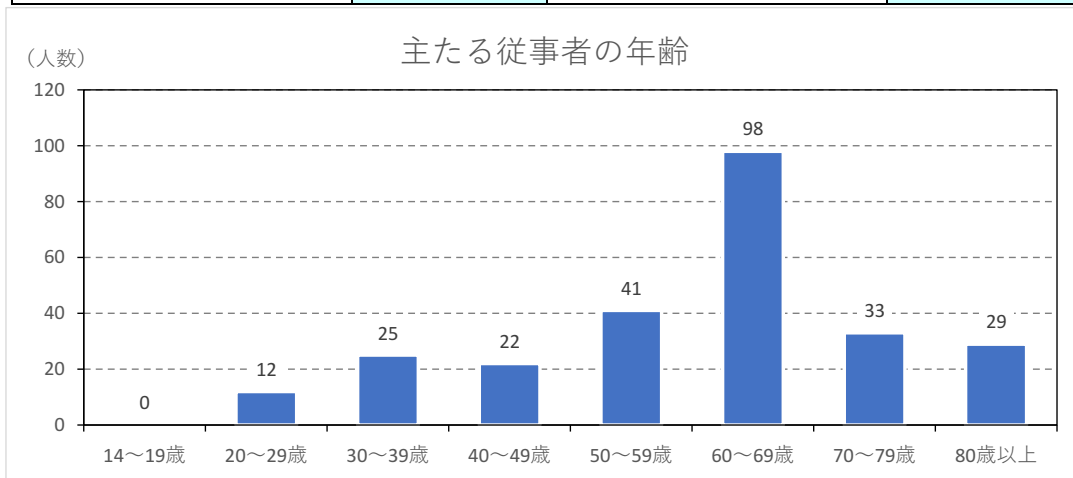


質問 1-2 過去 1 年間に主に農業に従事された方の年齢及び人数をご記入ください。

(繁忙期のみ臨時で雇用された場合は、その方の年齢及び人数をご記入ください。)

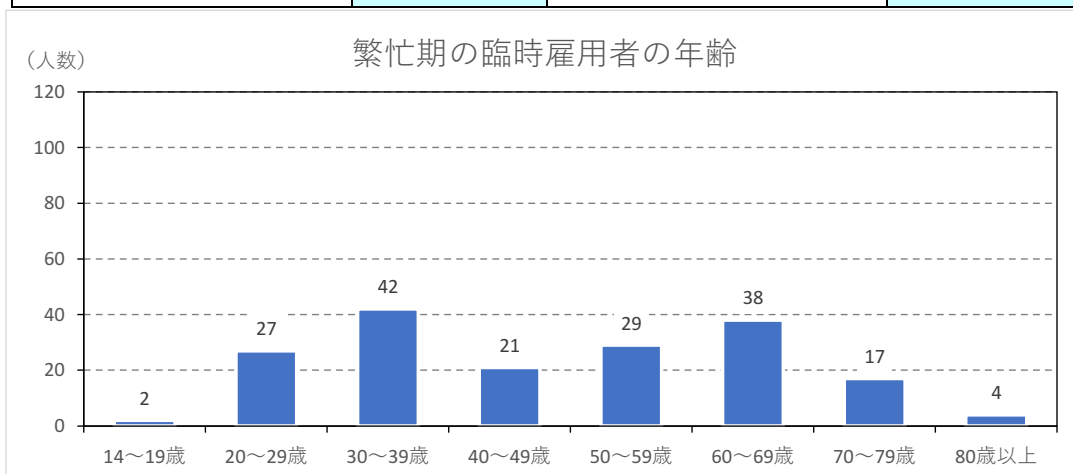
1. 主たる農業従事者

主たる農業従事者の年齢	人数	主たる農業従事者の年齢	人数
14 歳～19 歳	(人)	50 歳～59 歳	(人)
20 歳～29 歳	(人)	60 歳～69 歳	(人)
30 歳～39 歳	(人)	70 歳～79 歳	(人)
40 歳～49 歳	(人)	80 歳以上	(人)



2. 繁忙期の臨時雇用者 (該当がない場合は記入不要)

臨時雇用者の年齢	人数	臨時雇用者の年齢	人数
14 歳～19 歳	(人)	50 歳～59 歳	(人)
20 歳～29 歳	(人)	60 歳～69 歳	(人)
30 歳～39 歳	(人)	70 歳～79 歳	(人)
40 歳～49 歳	(人)	80 歳以上	(人)



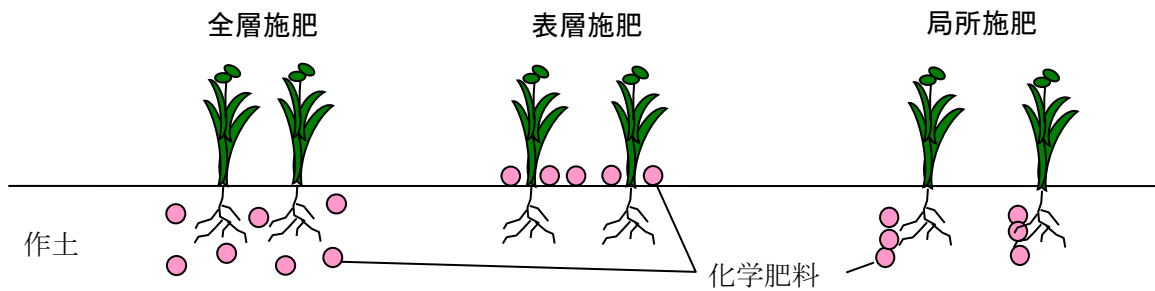
質問 2-2 令和元年の米の栽培方法についてお聞きします。

(米を作付けされていない方は質問 2-3 へお進みください。)

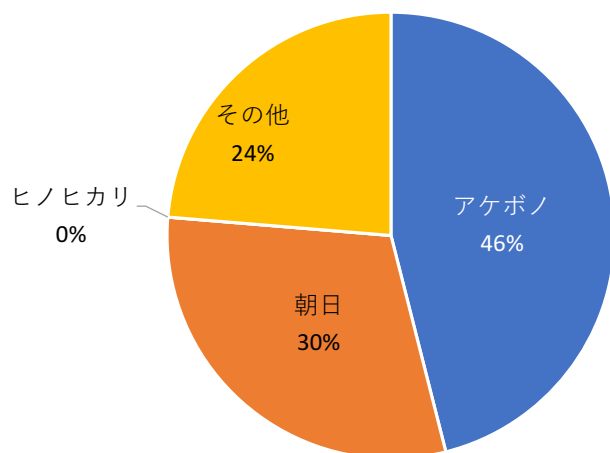
(ア) 品種と栽培方式、基肥の方法について、それぞれ該当するものを一つ選んで○を付け、
 () 内に数字などを記入してください。

品種	1. アケボノ () 割 3. ヒノヒカリ () 割 2. 朝日 () 割 4. その他 () () 割
栽培方式	1. 乾田直播 2. 機械移植 3. 両方実施 乾田直播 () 割 機械移植 () 割
基肥の方法 (下図参照)	1. 全層施肥 2. 表層施肥 3. 局所施肥 (側条施肥等) いつ頃から? (昭和・平成・令和 _____ 年頃から)

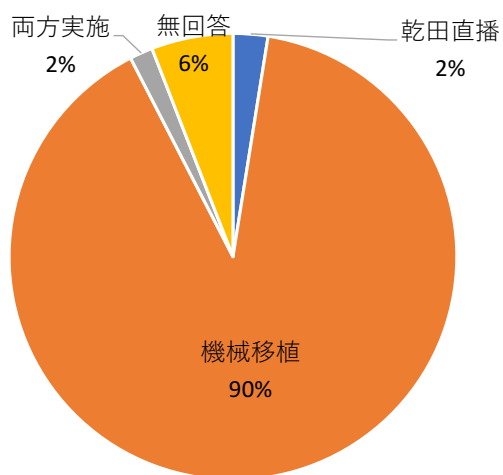
【施肥の方法】



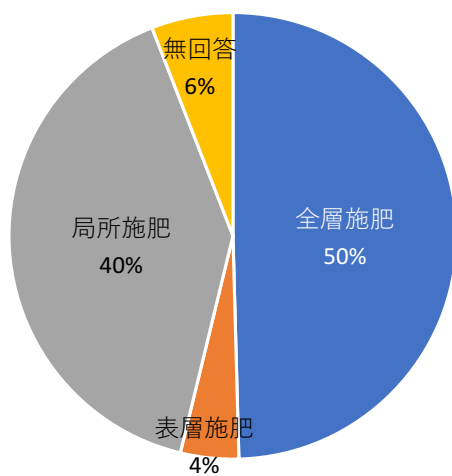
水稻 栽培品種



水稻 栽培方式



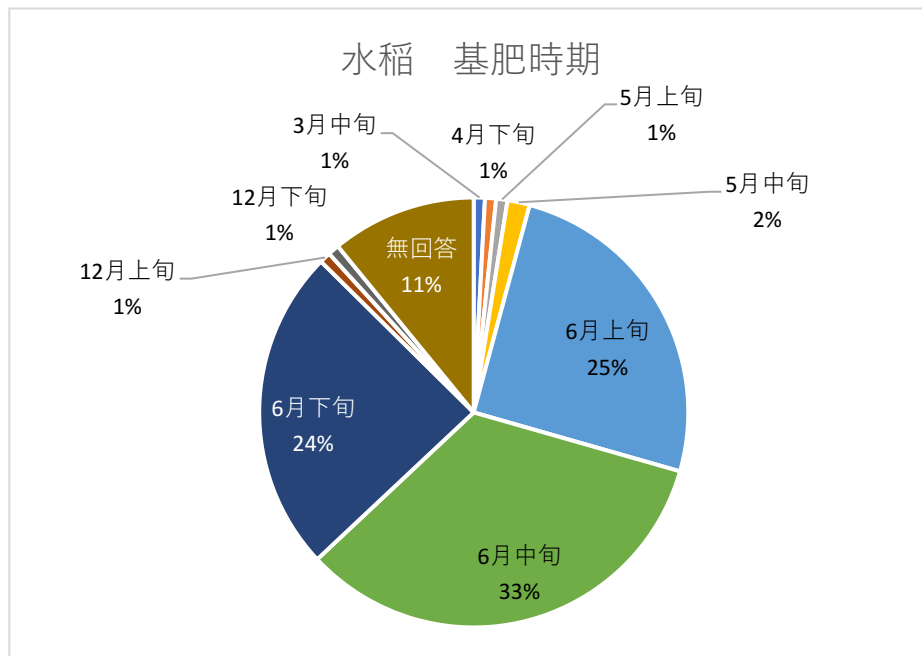
水稻栽培 基肥の方法



(イ) 使用した化学肥料の商品名又は有機肥料の種類及びその使用量（2-1の**水稻作付け面積**に使用した全量）並びに時期を以下の表に記入してください。

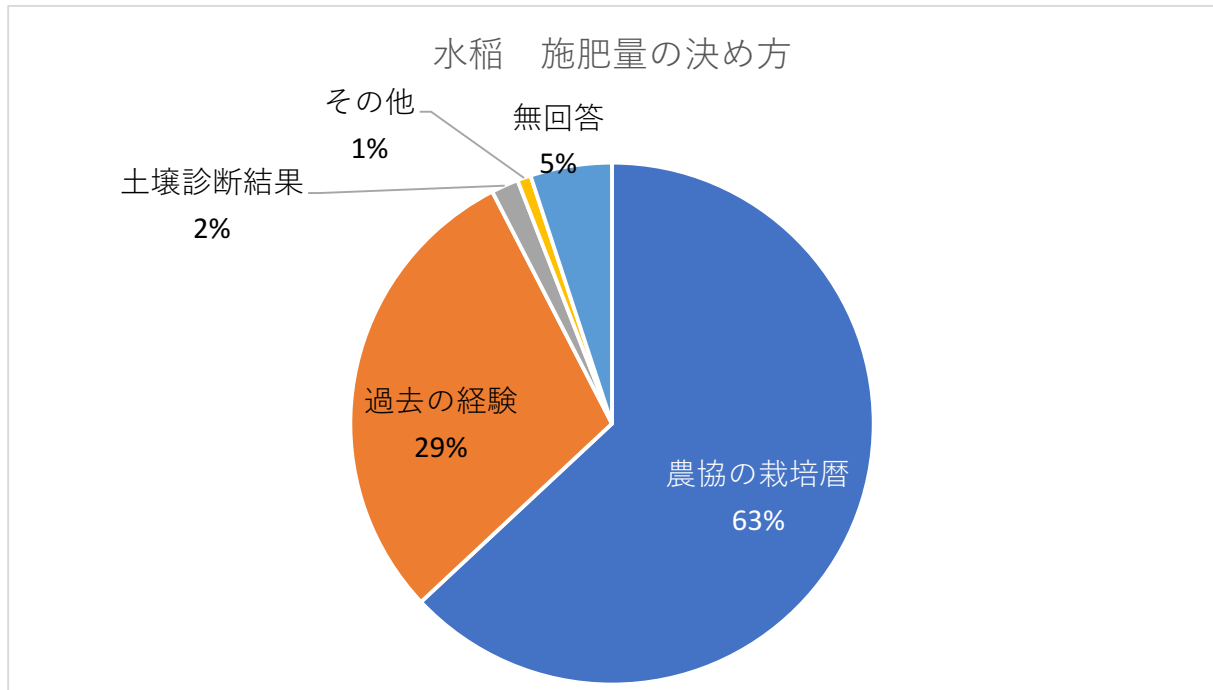
化学肥料の商品名 又は使用した有機肥料の種類	基肥の使用 量と時期	追肥の量と時期	
		量	時期
	(kg) (月 旬頃)	(kg) (回目)	(月 旬頃)
	(kg) (月 旬頃)	(kg) (回目)	(月 旬頃)

注：有機肥料の種類とは、一般に販売されている商品のほか、たい肥（牛ふん、豚ふん、・・・）やレンゲとします。（稲わら、麦わらを含みません。）



(ウ) 施肥量はどのように決めていますか？ 1つ選んで○を付けてください。

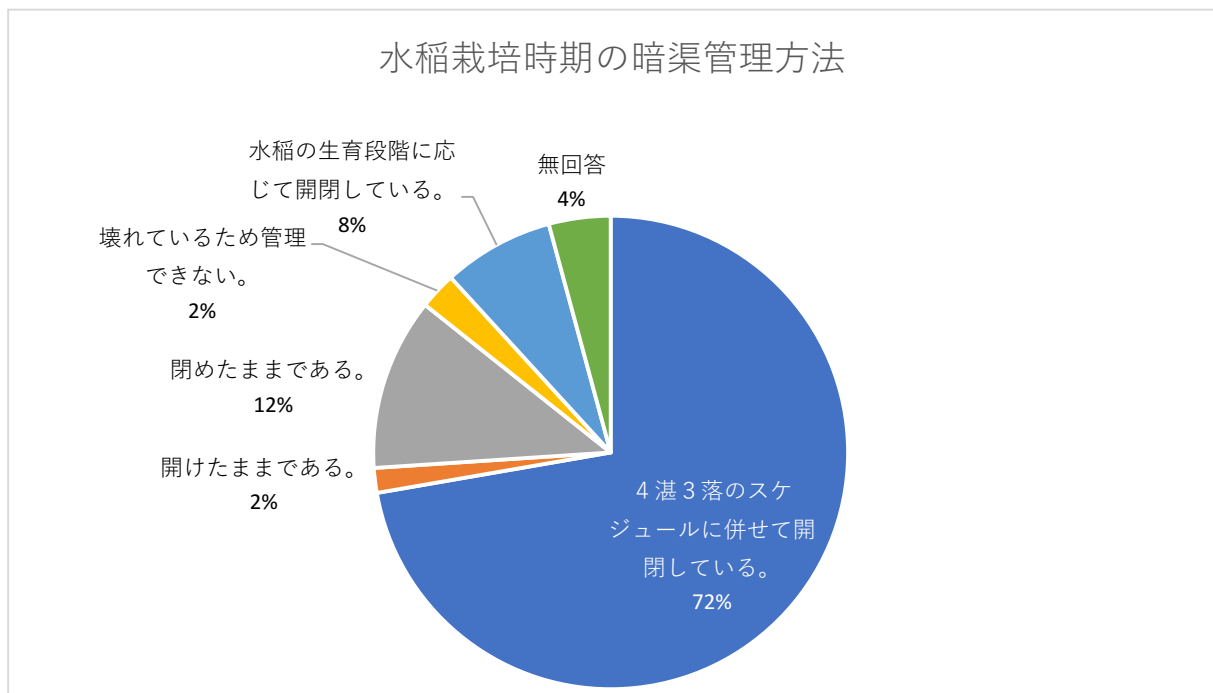
1. 農協（JA）の栽培暦の施肥量に従っている。
2. 過去の経験に基づき、カンで施肥量を決めている。
3. 土壌診断結果から施肥量を計算している。
4. その他（具体的に）



(エ) 水稻栽培時期の暗渠の管理はどのようにされていますか。一つ選んで○を付けてください。

1. 4湛3落のスケジュールに併せて開閉している。(落水日に開け、湛水日は閉めている)
2. 開けたままである。
3. 閉めたままである。
4. 壊れているため管理できない。
5. 水稻の生育段階に応じて開閉している。(以下のカレンダーに、開の時期は実線ー、閉の時期は破線・・・を記入してください。)

	5月				6月				7月				8月				9月				10月			
	1	10	20	30	1	10	20	30	1	10	20	30	1	10	20	30	1	10	20	30	1	10	20	30
記入例	閉				-				-				開				-				閉			
回答欄																								

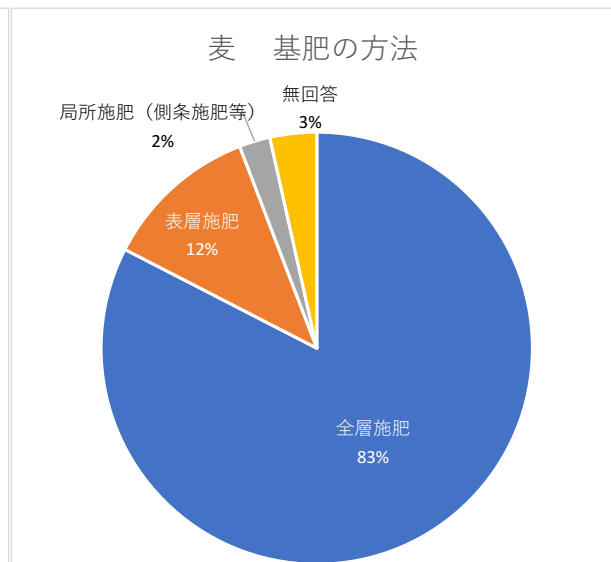
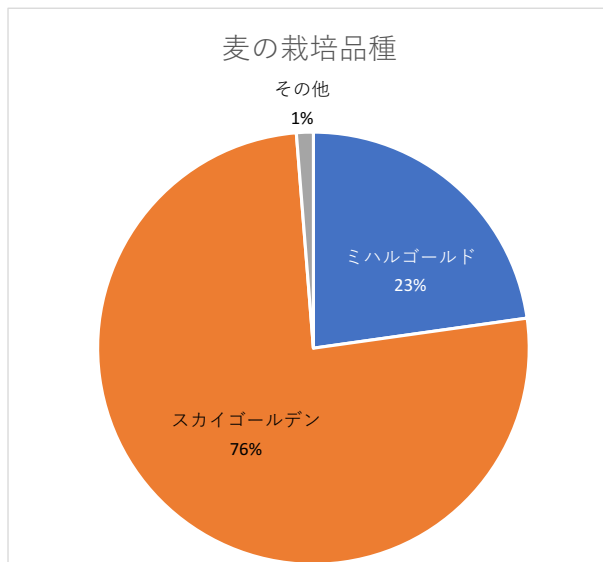
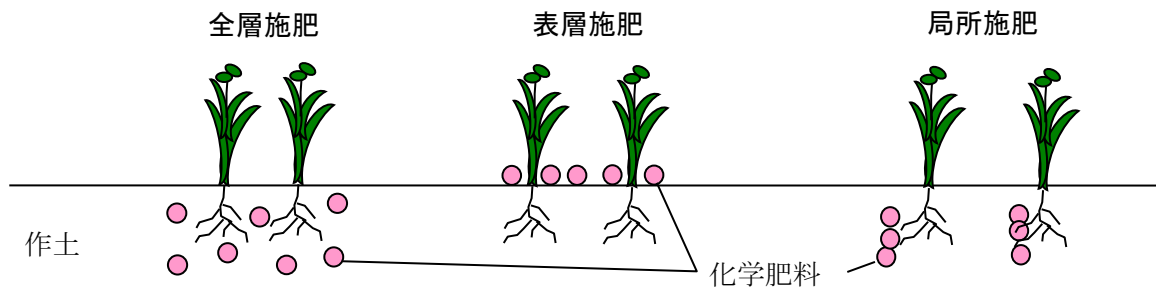


質問 2-3 令和元年～令和2年の麦の栽培方法についてお聞きします。
 (麦を作付けされていない方は質問3へお進みください。)

(ア) 品種、基肥の方法について、それぞれ該当するものを1つ選んで○を付け、()内に数字などを記入してください。

品種	1. ミハルゴールド 2. スカイゴールデン 3. その他 ()
基肥の方法 (下図参照)	1. 全層施肥 2. 表層施肥 3. 局所施肥 (側条施肥等) いつ頃から? (昭和・平成・令和 _____年頃から)

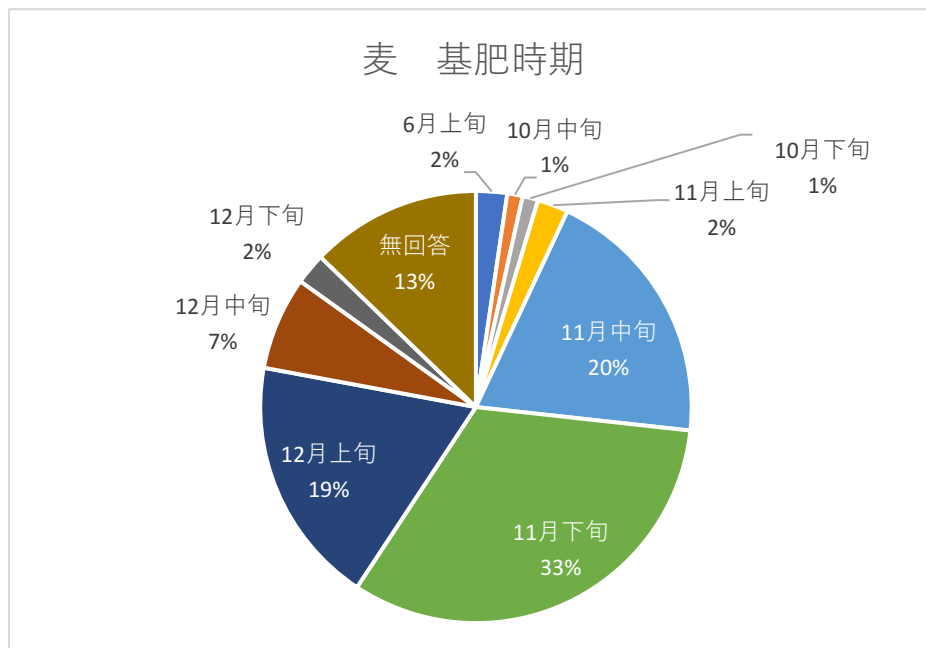
【施肥の方法】



(イ) 使用した化学肥料の商品名、又は有機肥料の種類及びその使用量（2-1の麦作付け面積に使用した全量）並びに時期を以下の表に記入してください。

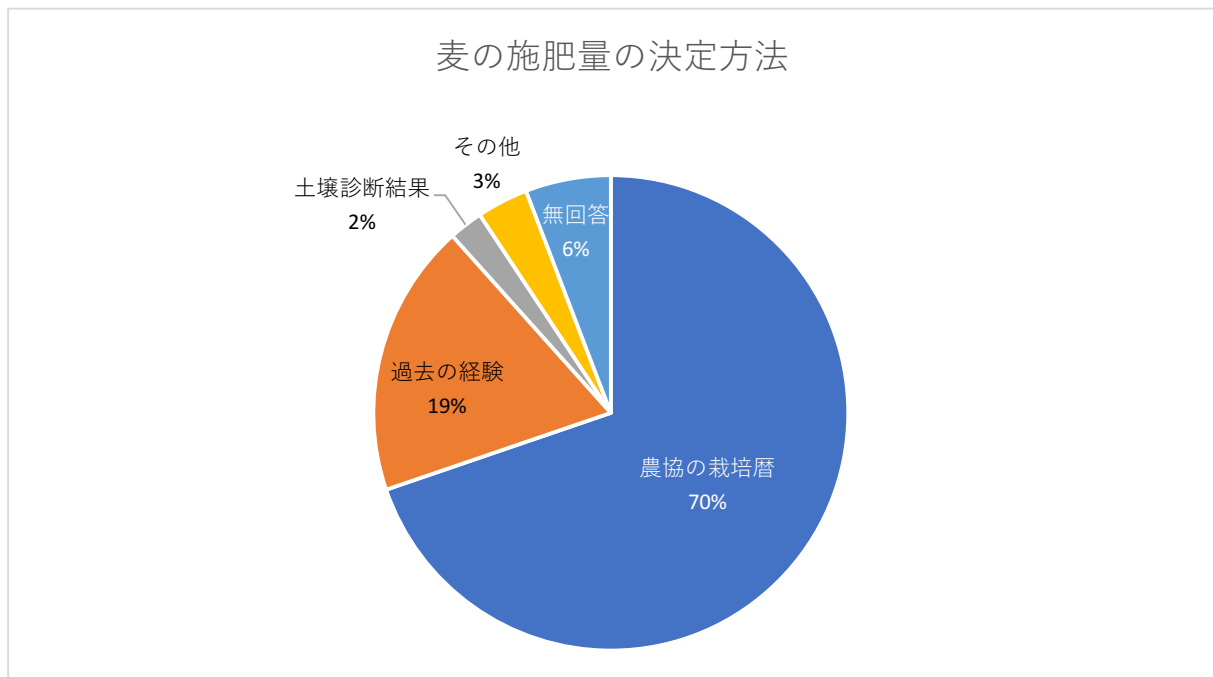
化学肥料の商品名 又は使用した有機肥料の種類	基肥の使用 量と時期	追肥の量と時期	
		量	時期
	(kg) (月 旬頃)	(kg) (回目)	(月 旬頃)
	(kg) (月 旬頃)	(kg) (回目)	(月 旬頃)

注：有機肥料の種類とは、一般に販売されている商品のほか、たい肥（牛ふん、豚ふん、・・・）やレンゲとします。（稲わら、麦わらを含みません。）



(ウ) 施肥量はどのように決めていますか？ 1つ選んで○を付けてください。

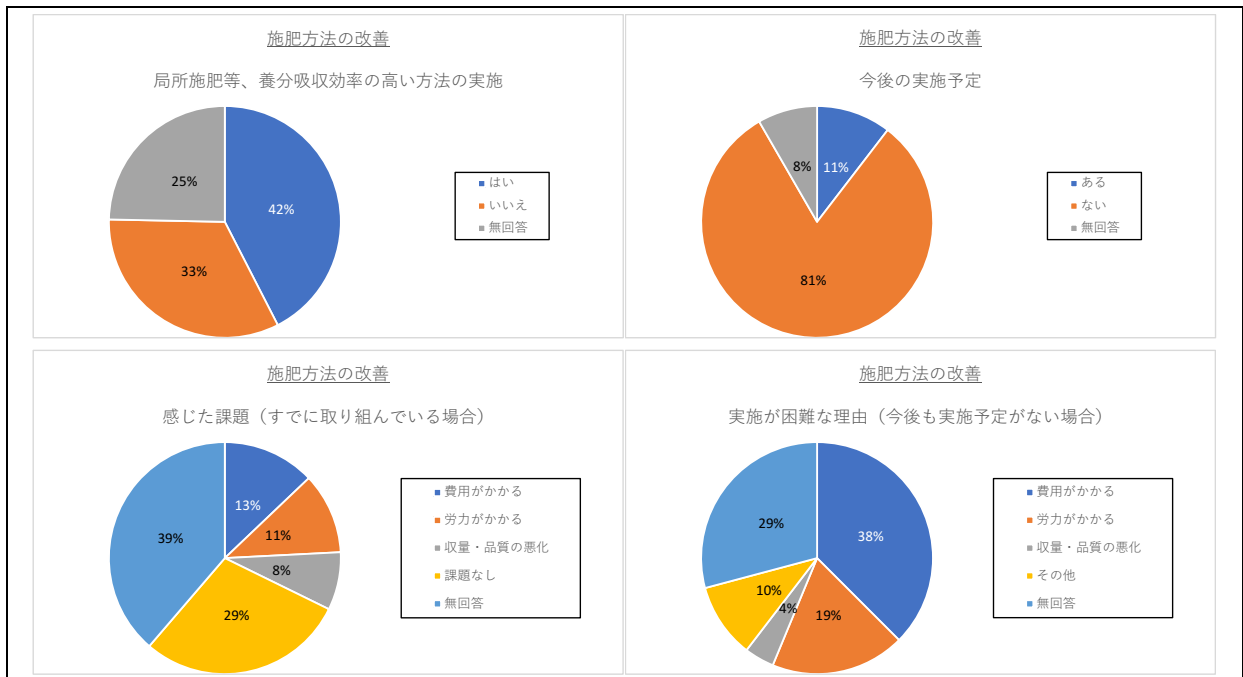
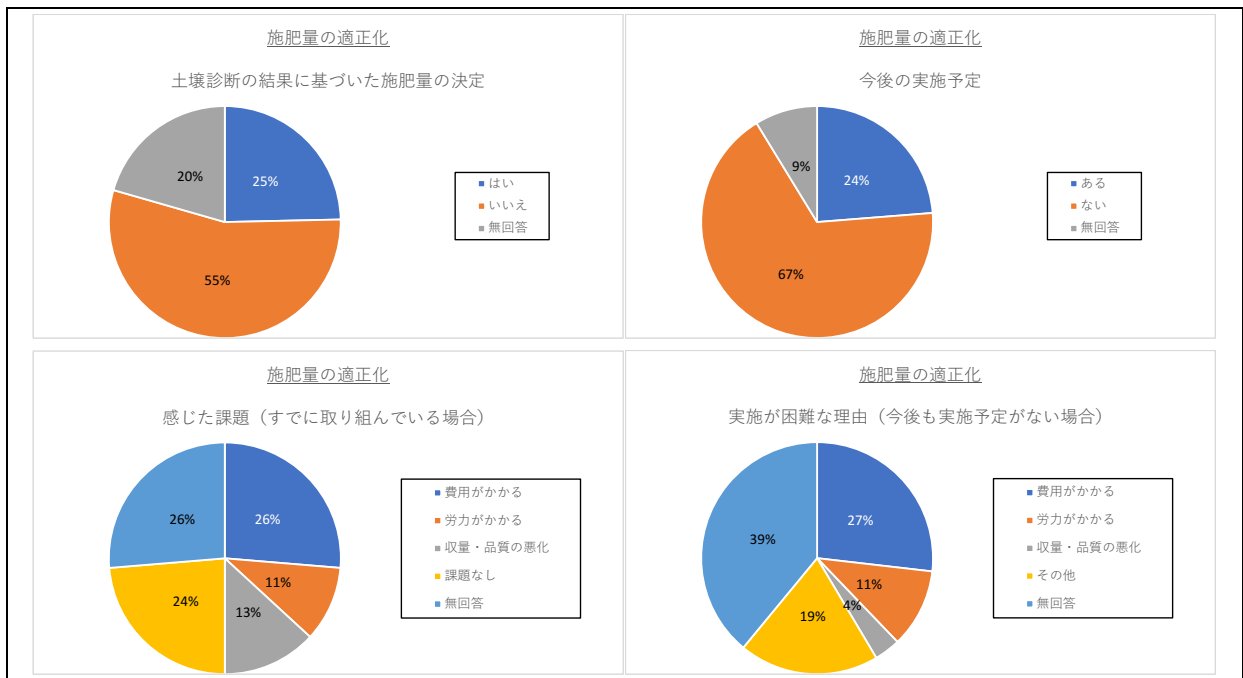
1. 農協（JA）の栽培暦の施肥量に従っている。
2. 過去の経験に基づき、カンで施肥量を決めている。
3. 土壌診断結果から施肥量を計算している。
4. その他（具体的に）

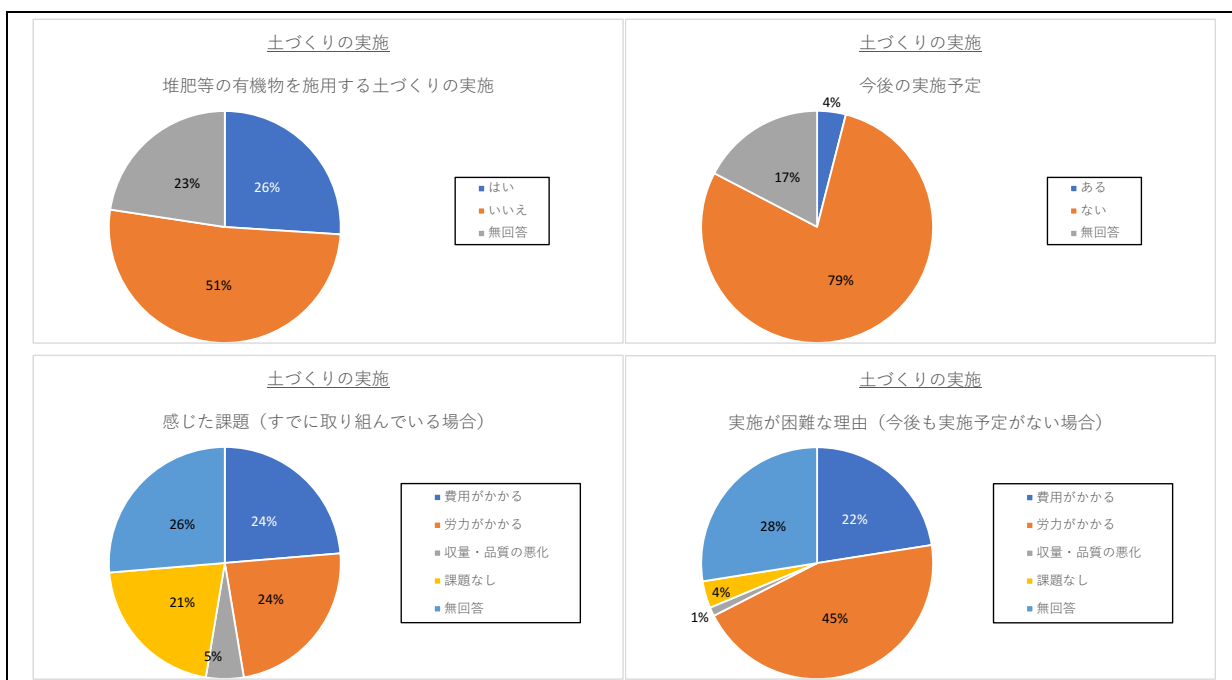
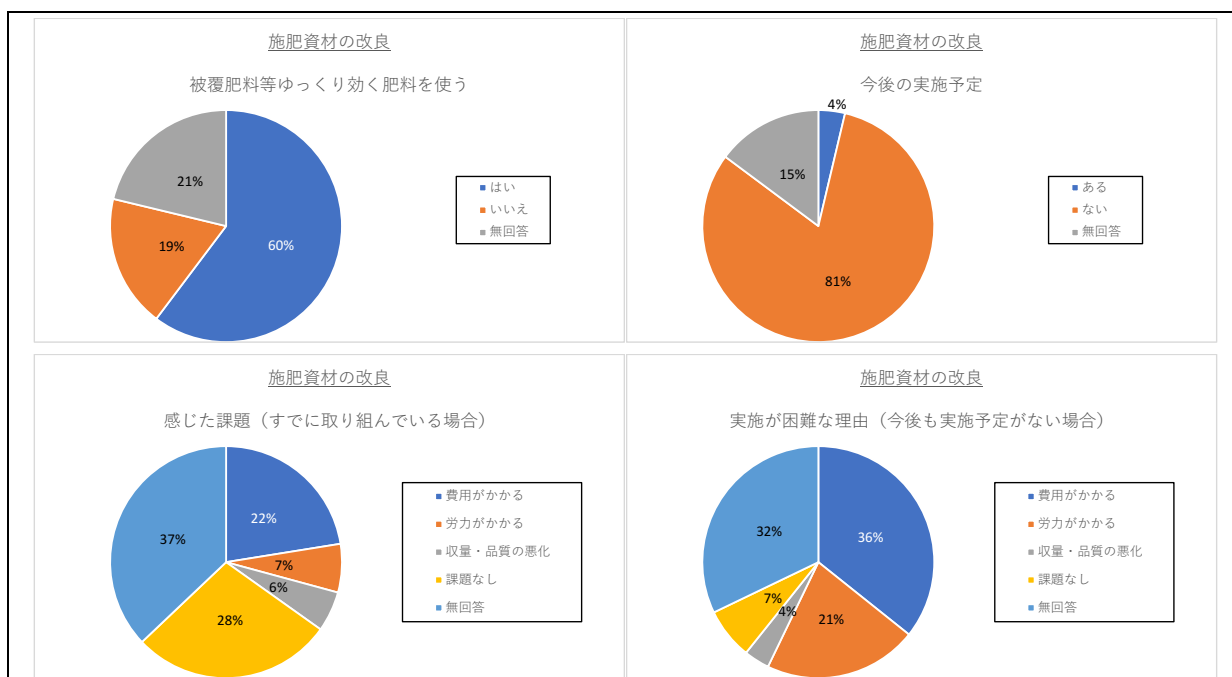


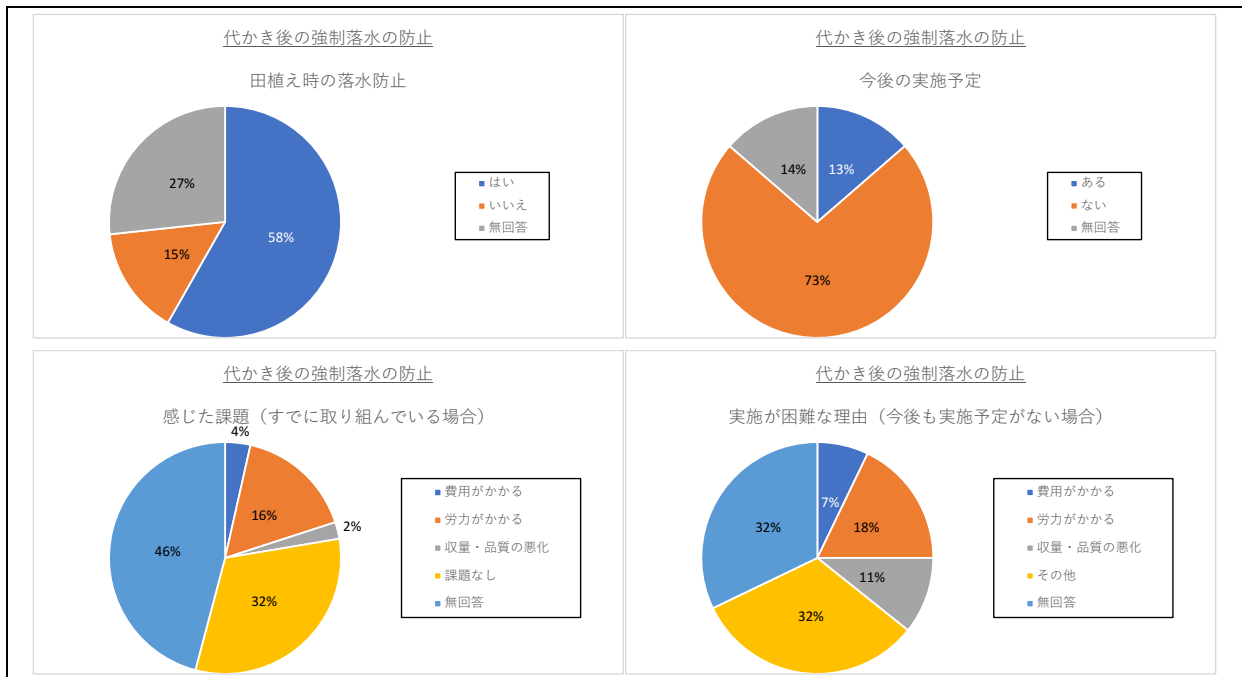
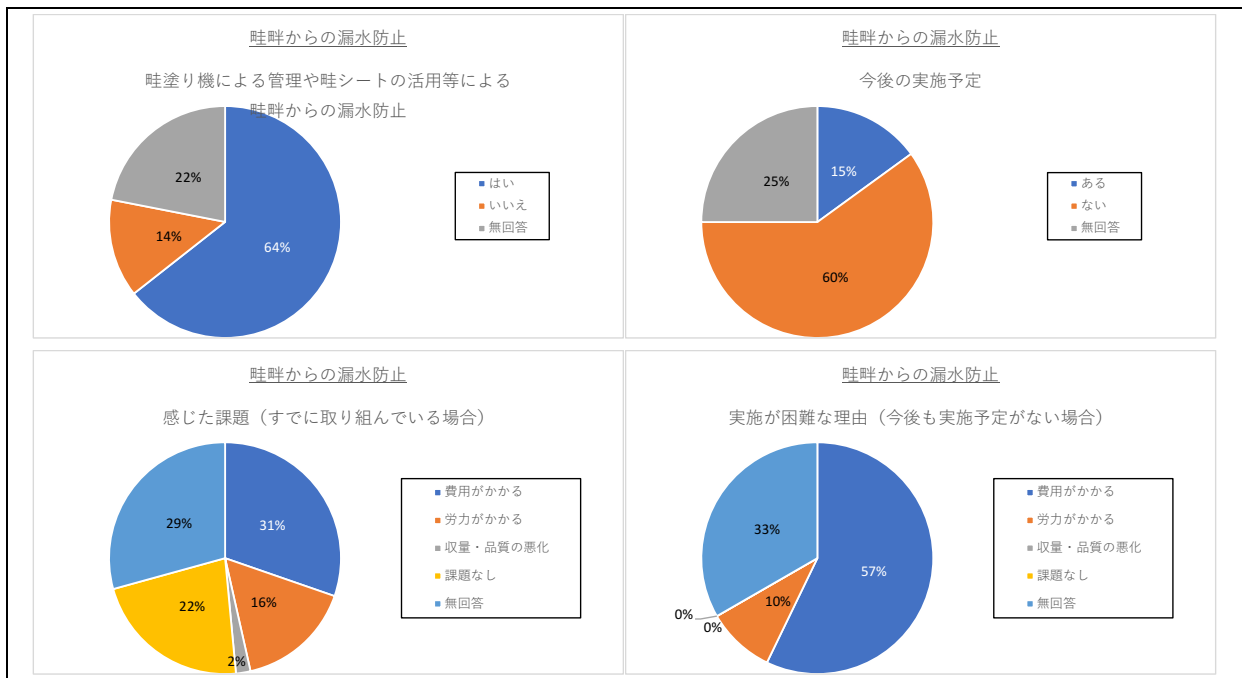
質問3：環境にやさしい農業に関する取組状況についての質問

環境にやさしい農業とされる次の項目について、実施状況、今後の予定を教えてください。また、実施している場合は感じた課題又は良かった点、実施が困難な場合はその理由について教えてください。

項目		対策技術の概要	A 実施していますか？ (1つ選んで○)	B 今後実施予定の有無 (1つ選んで○)	C <u>実施している方</u> は、取り組んで感じた課題(課題がない場合や良かった場合は「エ. その他」) <u>実施が困難な方</u> は、その理由(最も当てはまるものに○)
施肥技術の改善	施肥量の適正化	土壌診断の結果に基づいた施肥量とする。	ア. はい → C へ イ. いいえ → B へ	ア. ある →下 A へ イ. ない → C へ	ア. 費用がかかる イ. 労力がかかる ウ. 収量・品質の悪化 エ. その他 ()
	施肥方法の改善	表層施肥や全層施肥から、局所施肥(側条施肥)など養分吸収効率の高い施肥方法とする。	ア. はい → C へ イ. いいえ → B へ	ア. ある →下 A へ イ. ない → C へ	ア. 費用がかかる イ. 労力がかかる ウ. 収量・品質の悪化 エ. その他 ()
	肥料資材の改良	被覆肥料などゆっくりと効く肥料を使用する。	ア. はい → C へ イ. いいえ → B へ	ア. ある →下 A へ イ. ない → C へ	ア. 費用がかかる イ. 労力がかかる ウ. 収量・品質の悪化 エ. その他 ()
土作り	土づくりの実施	通気性、保水力、保肥力の良い土壌となるよう、たい肥等の有機物を施用するなどの土づくりに取り組む。	ア. はい → C へ イ. いいえ → B へ	ア. ある →下 A へ イ. ない → C へ	ア. 費用がかかる イ. 労力がかかる ウ. 収量・品質の悪化 エ. その他 ()
用排水の管理	畦畔からの漏水防止	畦ぬり機による管理や畦シートを活用等により畦畔からの漏水を防止する。	ア. はい → C へ イ. いいえ → B へ	ア. ある →下 A へ イ. ない → C へ	ア. 費用がかかる イ. 労力がかかる ウ. 収量・品質の悪化 エ. その他 ()
	代かき後の強制落水の防止	代かき時の水位を低めにし、田植え時に落水しないようにする。	ア. はい → C へ イ. いいえ → B へ	ア. ある →質問4へ イ. ない → C へ	ア. 費用がかかる イ. 労力がかかる ウ. 収量・品質の悪化 エ. その他 ()





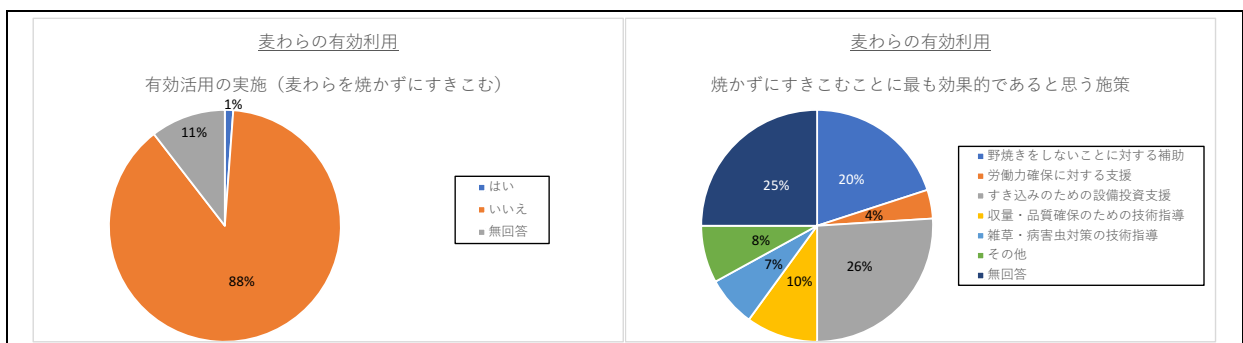
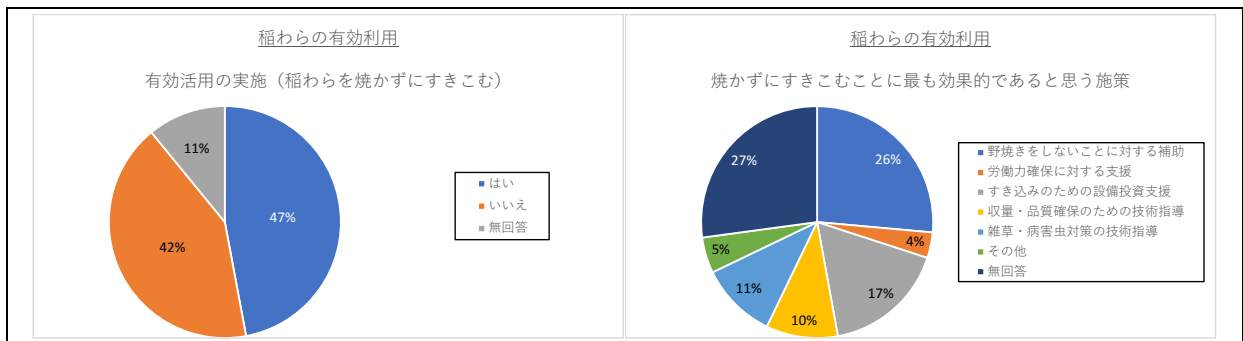


質問4：「稲わら・麦わらの有効利用」についての質問

平成30年3月、環境省が、野焼きは大気汚染物質であるPM2.5の原因の一つであるとの通知を発出しました。なお、岡山県は、大気汚染物質の一つであるPM2.5の平成29、30年度の環境基準達成率が全国ワースト1位となっています。

PM2.5の発生源となる野焼きを減少させ、稲わら等の焼却処理から有効利用への転換を促進するため、県では「晴れの国ブルースカイ事業」を実施しています。

項目		取組みの概要	実践していますか？ (1つ選んで○)	<u><実践されている方もお答えください></u> 何があればわらを焼かずにすき込むことができると考えますか？ (最も効果的だと思うものに○)
土作り	稲わらの有効利用	稲わらを焼かずにすき込んでいる。	ア. はい イ. いいえ	ア. 野焼きをしないことに対する補助 イ. 労働力確保に対する支援 ウ. すき込みのための設備投資支援 エ. 収量・品質確保のための技術指導 オ. 雑草・病害虫対策の技術指導 カ. その他 ()
※ 以下は麦を作付けされている方のみお答えください。				
土作り	麦わらの有効利用	麦わらを焼かずにすき込んでいる。	ア. はい イ. いいえ	ア. 野焼きをしないことに対する補助 イ. 労働力確保に対する支援 ウ. すき込みのための設備投資支援 エ. 収量・品質確保のための技術指導 オ. 雑草・病害虫対策の技術指導 カ. その他 ()



令和3年7月6日

第8期児島湖水質保全計画策定検討会 第4回会議 会議資料

第8期湖沼水質保全計画 策定スケジュール

- 7月 第4回会議
(議題)
・第7期湖沼水質保全計画の評価(素案)
・第8期水質シミュレーションモデル
・第8期計画水質目標値の検討方法(案)
- 9月 県環境審議会諮問
- 10月 第5回会議
(議題)
・第7期湖沼水質保全計画の評価(案)
・第8期計画(素案)
- 11月 県議会への報告(計画策定、パブコメ実施)
パブリックコメント実施
- 12月 第6回会議
(議題)
・パブリックコメントの結果
・第7期湖沼水質保全計画の評価
・第8期計画(案)
- 1月 県議会への報告(計画(案))
県環境審議会答申
市町及び事業実施者の意見聴取
河川管理者との協議
- 2月 環境大臣同意申請
- 3月 環境大臣同意、計画決定
市町への通知、公表