

第 III 部 計画に係る評価

1 水質

COD, 全窒素 (T-N) 及び全りん (T-P) に係る水質環境保全目標の達成状況 (図 III-1) をみると, COD 及び全りんは第 4 期水質環境管理計画を開始した平成 23 年度以降の全ての年度について水質環境保全目標を達成していた。

全窒素は平成 26 年度の全地点を除き, 水質環境保全目標を達成していた。

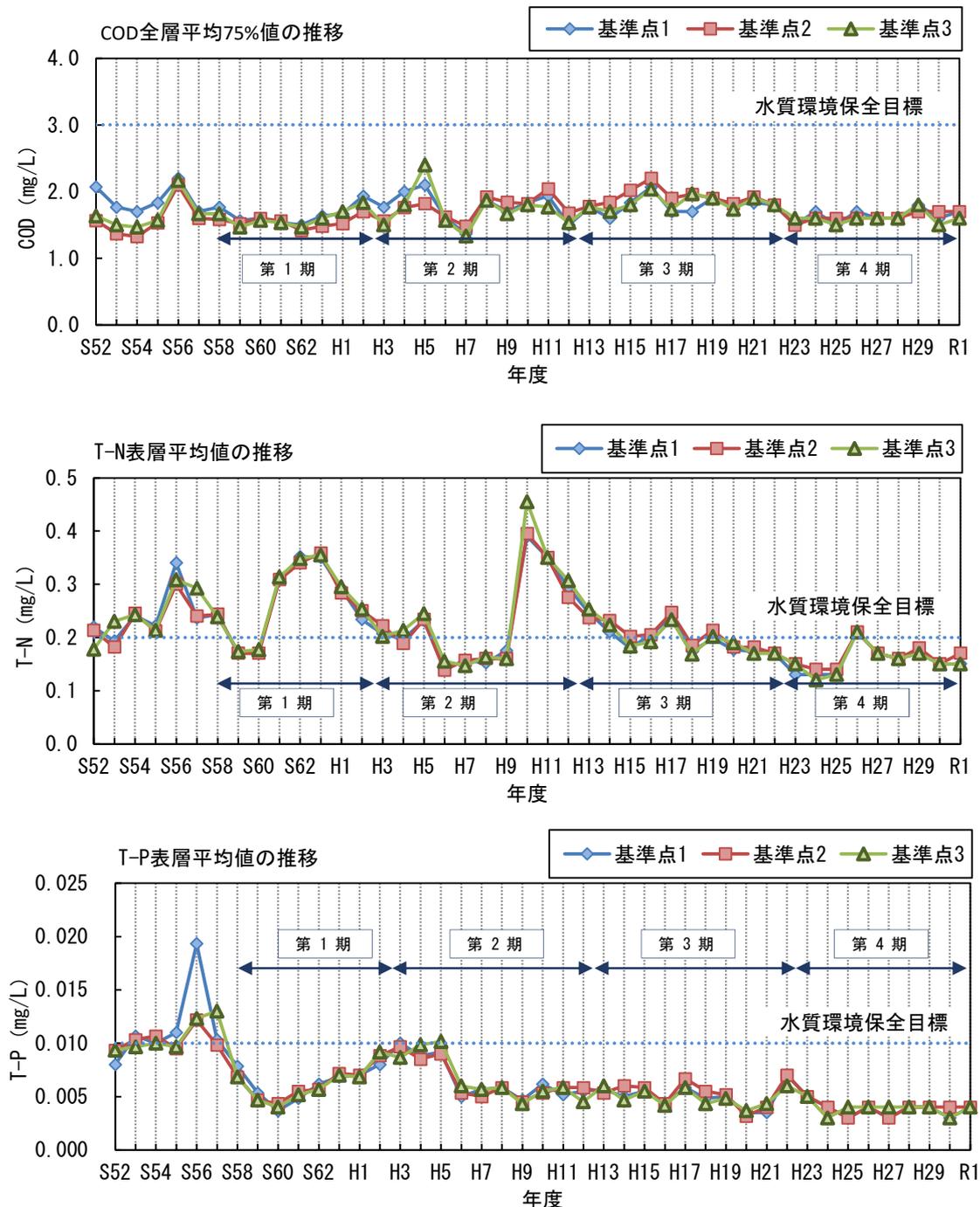


図 III-1 COD, 全窒素 (T-N) 及び全りん (T-P) に係る水質環境保全目標の達成状況

2 汚濁負荷量

現況（令和元年度）及び将来（令和 12 年度）において推計した汚濁負荷量と許容汚濁負荷量とを比較した結果は以下のとおりである。

なお、将来の汚濁負荷量については、畑かん注水は第 3 期計画において全窒素（T-N）に係る許容汚濁負荷量を達成するための目安値として示された平均的な年間注水量（800 万 m³）を、畑かん取水は過去 10 年間の平均を使用したほか、各種水質保全対策を勘案して把握した。

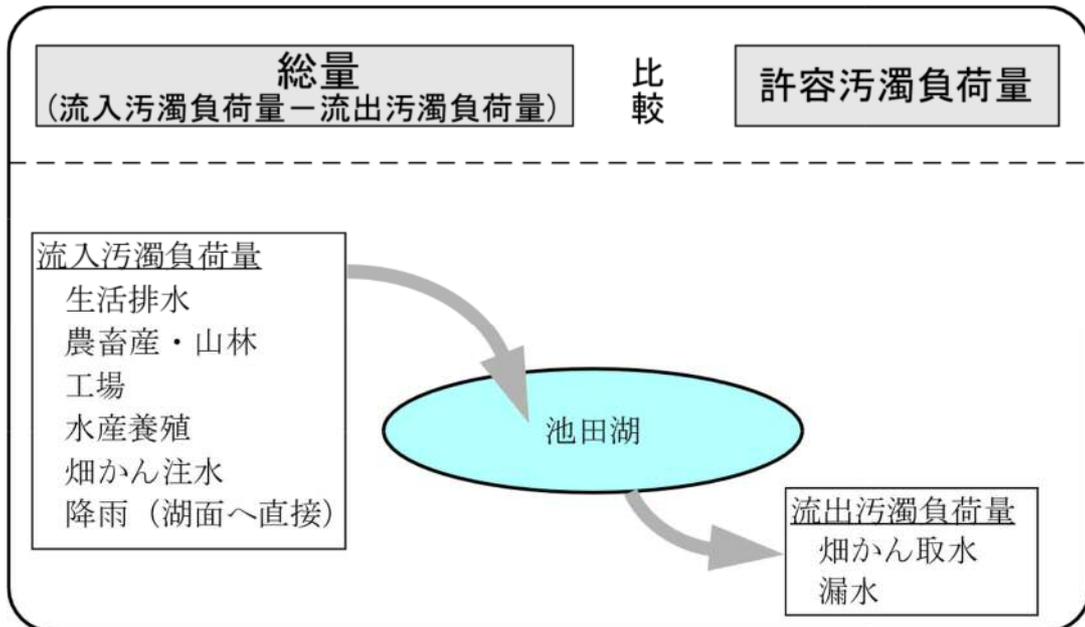


図 III-2 汚濁負荷量の考え方

(1) 現況及び将来の汚濁負荷量

現況（令和元年度）及び将来（令和 12 年度）の汚濁負荷量を表 III-1 に示す。

流入汚濁負荷量については、直接集水域の負荷源（生活排水，農畜産・山林，工場，水産養殖，降雨（湖面へ直接））からの汚濁負荷量と，間接集水域からの畑かん注水に係る汚濁負荷量について把握した。なお，将来の池田湖への畑かん注水量については，第 3 期計画において全窒素（T-N）に係る許容汚濁負荷量を達成するための目安値として示された平均的な年間注水量（800 万 m³）を用いた。なお，令和元年度の年間注水量は 145 万 m³，平成 22 年度から令和元年度までの年間平均注水量は 584 万 m³である。

流出汚濁負荷量については，池田湖からの畑かん取水と漏水を考慮し試算した。将来の池田湖からの畑かん取水については，平成 22 年度から令和元年度までの 10 年間平均取水量（574 万 m³）を用いた。

ア COD

現況の流入汚濁負荷量は 160 kg/日で，流出汚濁負荷量は 101 kg/日であり，総量では 59 kg/日である。

現況の流入汚濁負荷量について人為的汚濁の負荷源別の寄与率は，農畜産・山林が 32%，生活排水が 6%，水産養殖が 3%となっている。

将来は降水量の増加と畑かん注水量の増加を鑑み，総量で 95 kg/日に増加すると予測される。

イ 全窒素（T-N）

現況の流入汚濁負荷量は 60 kg/日で，流出汚濁負荷量は 19 kg/日であり，総量では 41 kg/日である。

現況の流入汚濁負荷量について人為的汚濁の負荷源別の寄与率は，農畜産・山林が 38%，畑かん注水が 22%，生活排水が 6%となっている。

将来は畑かん注水量の増加を鑑み，総量で 105 kg/日に増加すると予測される。

ウ 全りん（T-P）

現況の流入汚濁負荷量は 2.6 kg/日で，流出汚濁負荷量は 0.3 kg/日であり，総量では 2.3 kg/日である。

現況の流入汚濁負荷量について人為的汚濁の負荷源別の寄与率は，農畜産・山林が 50%，生活排水が 23%，水産養殖が 19%となっている。

将来は畑かん注水量の増加を鑑み，総量で 2.7 kg/日に増加すると予測される。

表 III-1 汚濁負荷量の推移と将来の状況

区分		COD						T-N						T-P					
		昭和55年度	平成元年度	平成10年度	平成20年度	令和元年度	令和12年度	昭和55年度	平成元年度	平成10年度	平成20年度	令和元年度	令和12年度	昭和55年度	平成元年度	平成10年度	平成20年度	令和元年度	令和12年度
		実績	実績	実績	実績	現況	将来	実績	実績	実績	実績	現況	将来	実績	実績	実績	実績	現況	将来
流入	生活排水	71	78	54	43	10	6	14	14	15	9	4	3	3.4	1.2	1.1	1.3	0.6	0.6
	農畜産・山林	65	47	38	41	51	52	31	18	21	22	23	23	1.4	0.9	1.0	1.3	1.3	1.4
	工場	97	27	13	0	0	0	7	8	1	0	0	0	3.2	1.6	0.7	0.0	0.0	0.0
	水産養殖	233	110	68	0	5	5	69	31	20	0	2	2	19.0	9.2	5.9	0.0	0.5	0.5
	畑かん注水	-	5	65	38	4	20	-	89	322	112	13	74	-	0.3	1.6	0.9	0.1	0.5
	降雨	115	85	102	136	90	113	43	31	21	28	19	23	0.7	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1
	小計	581	352	340	259	160	196	164	191	400	171	60	124	27.7	13.7	10.4	3.6	2.6	3.0
流出	畑かん取水	-	26	23	31	39	38	-	3	4	3	3	2	-	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1
	漏水	39	42	107	100	62	62	21	22	27	13	17	17	0.5	0.3	3.0	1.6	0.2	0.2
	小計	39	68	130	132	101	101	21	25	31	16	19	19	0.5	0.4	3.1	1.7	0.3	0.3
総量		542	284	210	127	59	95	143	166	369	155	41	105	27.2	13.3	7.3	1.9	2.3	2.7
許容汚濁負荷量		419						135						18.8					
総量-許容汚濁負荷量		123	-135	-209	-292	-360	-324	8	31	234	20	-94	-30	8.4	-5.5	-11.5	-16.9	-16.5	-16.1

備考：網掛は総量が許容汚濁負荷量を超えていることを示す。

：四捨五入の関係で小計が合わない場合がある。

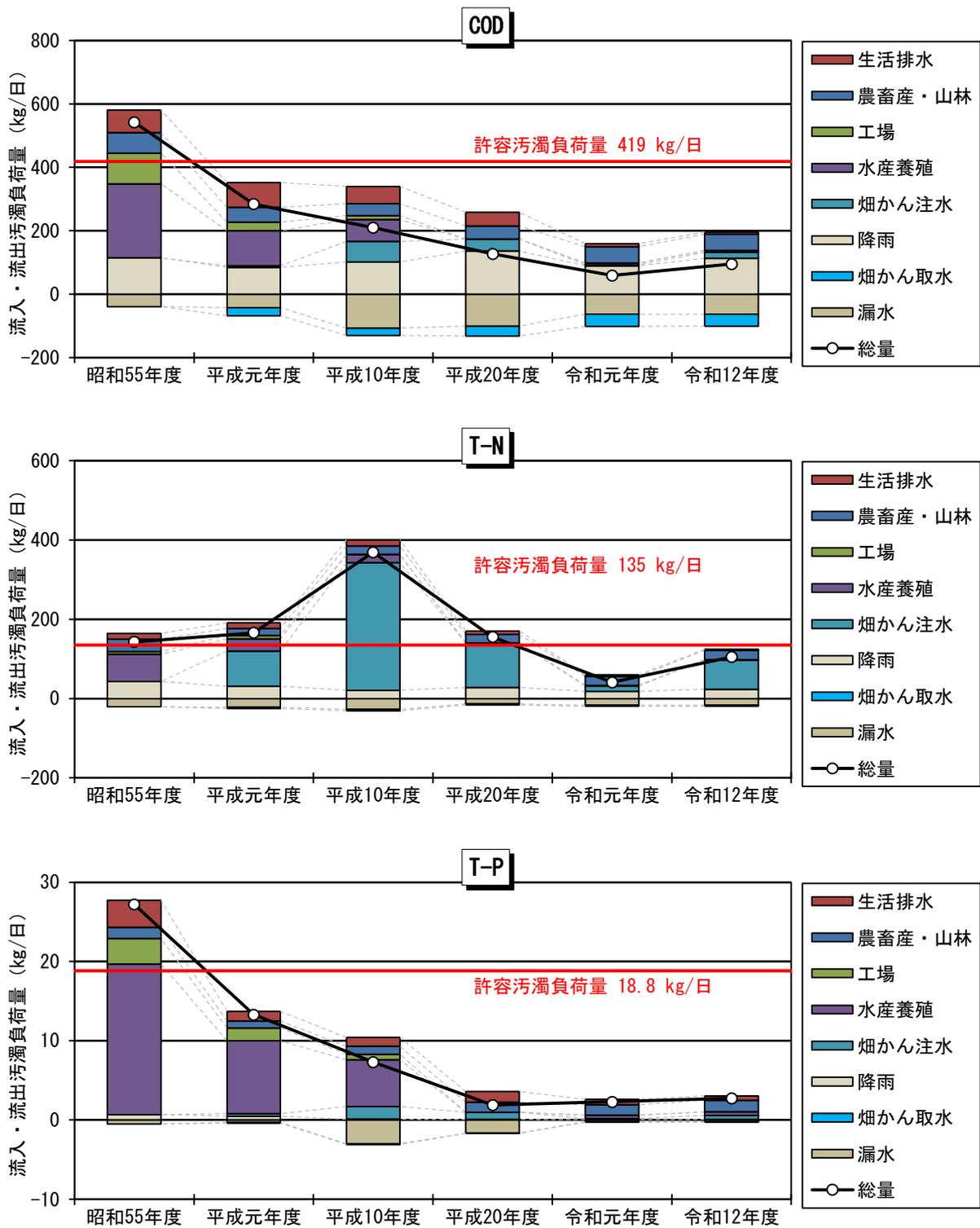


図 III-3 汚濁負荷量の推移

※平成10年度は、他の年度に比較して畑かん注水量が特に多かった年である。

(2) 許容汚濁負荷量との比較

現況（令和元年度）の汚濁負荷量は、COD や全窒素（T-N）, 全りん（T-P）いずれも許容汚濁負荷量を下回っている。

将来の汚濁負荷量についても、池田湖への畑かん注水量を年間 800 万 m³ 以下とし、また、各種水質環境保全対策を推進することで、許容汚濁負荷量を下回ることが予想される。

表 III-2 許容汚濁負荷量との比較

(単位 kg/日)

	COD		全窒素 (T-N)		全りん (T-P)	
	現況 令和元年度	将来 令和12年度	現況 令和元年度	将来 令和12年度	現況 令和元年度	将来 令和12年度
総量	59	95	41	105	2.3	2.7
許容汚濁負荷量	419		135		18.8	
総量－許容汚濁負荷量	-360	-324	-94	-30	-16.5	-16.1

3 水質環境保全対策の実施状況

(1) 発生源対策

ア 畑かん注水に係る汚濁負荷量（全窒素）の削減対策

畑かん注水に係る汚濁負荷量の削減対策として、注水管理を実施している。

第3期計画では、全窒素（T-N）に係る許容汚濁負荷量の達成が可能な目安値として、年間平均注水量 800 万 m³ が示されている。この注水量を目安とした注水や、降雨直後には注水しないといった注水管理が行われている。

平成 23 年度以降に年間注水量の目安を超えて注水があったのは、平成 26 年度（1,541 万 m³）、平成 30 年度（871 万 m³）であった。

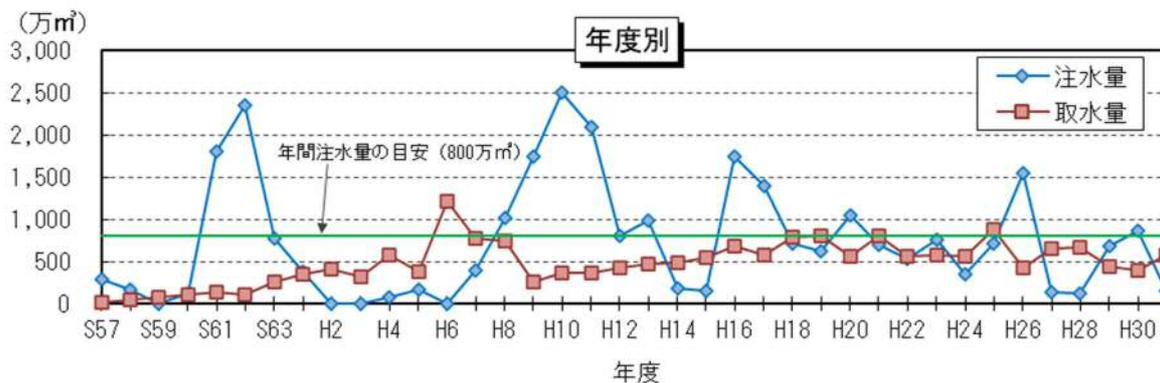


図 111-4 池田湖への注水量の推移

イ 間接集水域における施肥管理の促進

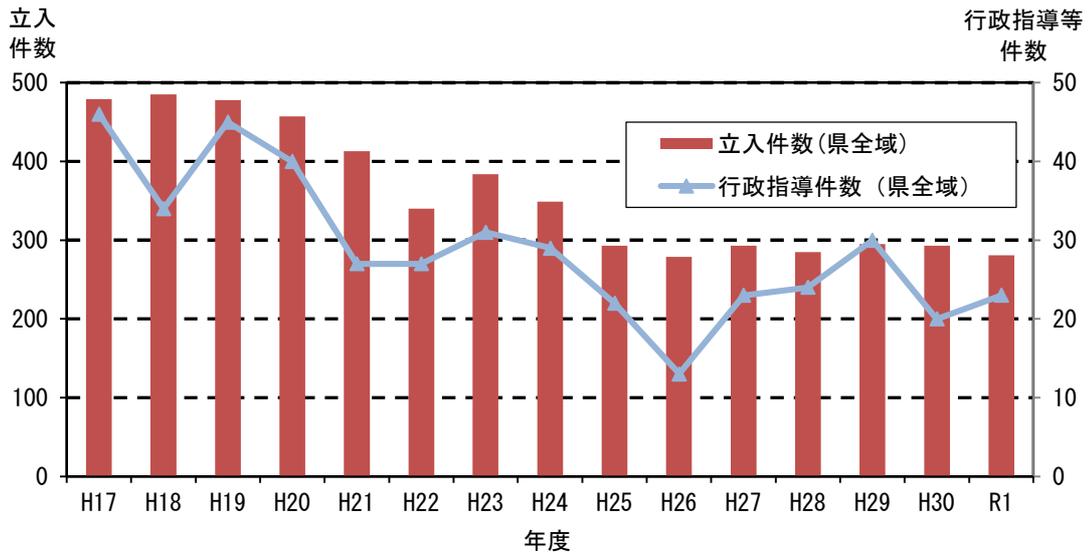
池田湖に流入する窒素汚濁負荷量の低減対策として、間接集水域において、施肥基準を設けた窒素施肥量の管理が行われており、平成 14 年から施肥基準である 50kg/10a に向け、適正施肥が指導されている。

ウ 水産養殖業対策

湖面を利用して行われている養殖業については、適正規模による養殖、養殖方法の改善、給餌法の改善等を図り、汚濁負荷量の削減に努めている。

エ 工場・事業場排水対策

「水質汚濁防止法」及び「鹿児島県公害防止条例」に基づく特定施設を設置する工場・事業場（特定事業場）については、排水基準の遵守について徹底を図っている。また、「水質汚濁防止法」及び「鹿児島県公害防止条例」による排水基準の適用を受けない小規模な特定事業場や特定施設を有しない非特定事業場については、「鹿児島県小規模事業場等排水対策指導指針」に基づき立入調査を行うなど、適正な排水処理がなされるよう指導するとともに、環境保全意識の啓発を図っている。



注) 池田湖集水域外の数値を含む。

図 III-5 特定施設立入件数

オ 生活排水対策

生活排水対策については、浄化槽の設置について、「指宿市浄化槽設置推進要綱」や「鹿児島県浄化槽整備事業交付金交付要綱」による上乗せ補助等を活用し、合併処理浄化槽よりも窒素・りんの高除去効率の高い高度処理型合併処理浄化槽の設置の促進に努めている。また、各家庭から排出される汚濁物質を削減するための環境保全意識の啓発を図っている。

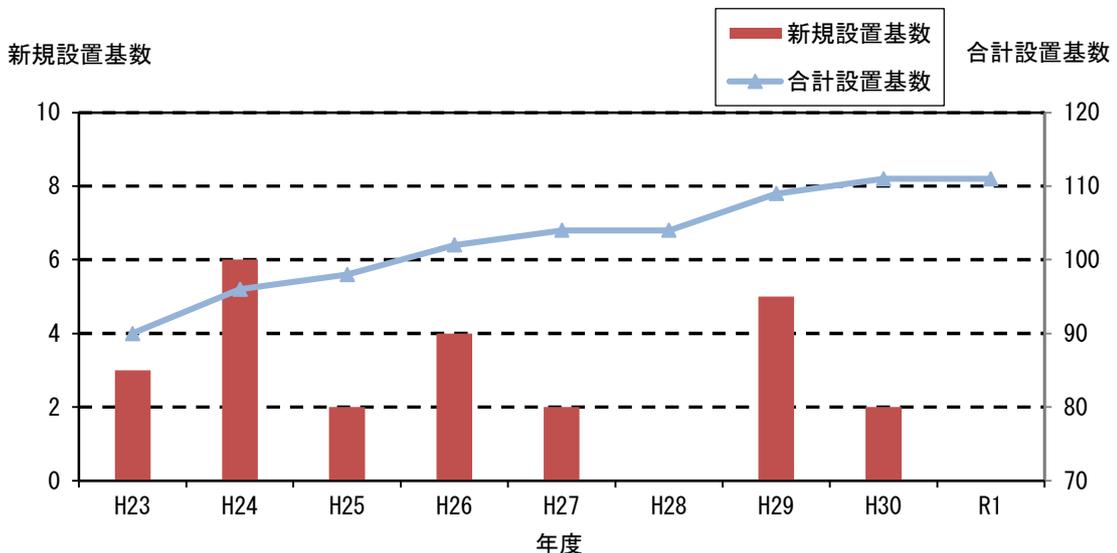


図 III-6 高度処理型合併処理浄化槽の設置状況 (指宿市)

カ 農畜産業対策

農業については「鹿児島県環境と調和した農業の取組方針」に基づき、農業の本来有する自然循環機能を発揮させつつ、環境に配慮した生産活動、いわゆる環境と調和した農業を積極的に推進していくため、「環境と調和した産地づくり」、「環境と調和した畜産経営の実現」及び「環境と調和した農業技術の研究開発・普及」

の実現に向けた取組を展開する。

また、土づくりについては、「健全な土づくりの指導指針」に基づき、地域の実態に即した栽培暦（基準）の作成，土壌診断の実施とその結果に基づく対策，有機質資源の利活用を図り，健全な土づくりを推進する。

畜産業については、「鹿児島県環境保全型畜産確立基本方針」及び「鹿児島県畜産環境保全対策指導指針」に基づいて経営規模や立地条件等に適した家畜排せつ物処理施設の整備及び適切な維持管理等の推進に努めており、「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」に基づく管理基準は，ほぼ全ての適用対象農家において遵守されている。

さらに、「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」に基づき，畜産リサイクルシステムを確立するため，「鹿児島県における家畜排せつ物の利用の促進を図るための計画」を定め，県，市町村，農業関係団体，畜産農家，耕種農家等の関係者が一体となって，地域環境と調和した畜産経営の実現に向けた取組を推進している。

表 III-3 家畜排せつ物の処理状況

（単位：千トン）

年度	放牧	堆肥化 処理施設	焼却 施設	浄化処理 施設	外部処理		自作地 還元等	合計
					産廃処理 委託	堆肥 センター		
H17	26	2,932	27	1,278	36	486	1,130	5,915
H18	27	3,039	27	1,335	34	450	1,055	5,967
H19	26	3,191	19	1,348	50	475	961	6,070
H20	26	3,350	24	1,338	50	458	816	6,063
H21	25	3,313	51	1,326	42	461	747	5,965
H22	21	3,385	51	1,372	45	452	682	6,008
H23	21	3,287	57	1,427	48	451	653	5,944
H24	22	3,258	67	1,422	48	463	624	5,904
H25	20	3,634	73	1,396	33	382	486	6,024
H26	19	3,486	64	1,229	32	387	468	5,685
H27	19	3,490	83	1,219	28	372	443	5,654
H28	19	3,391	93	1,215	29	381	440	5,568
H29	22	3,509	114	1,323	34	400	441	5,843
H30	19	3,540	96	1,300	37	414	415	5,821

注) 池田湖集水域外の数値を含む。

(2) 普及啓発

池田湖の水質保全と水利用や，池田湖集水域への生活排水の低減に関するパンフレットを作成・配布するほか，イベントや研修会の開催などの普及啓発を行っている。

(3) 土地・水面利用対策

ア 適正な土地・水面利用

一定規模以上の工場及び事業場等の建設などについては、「環境影響評価法」及び「鹿児島県環境影響評価条例」に基づき環境影響評価が適切かつ円滑に実施されるよう必要な指導が行われている。また、「鹿児島県自然環境保全条例」や「鹿児島県土地利用対策要綱」など各種の制度に基づいた、事業実施に当たっての環境保全上の配慮について必要な助言指導・勧告が行われている。

自然公園については、「自然公園法」や関係法令に基づいた規制の徹底と管理の充実が行われている。

また、治山対策の推進により、適切な森林の整備・保全が行われ、池田湖集水域に流入する河川流域の森林の有する多面的機能を発揮させる取組が行われている。

4 気候変動による影響評価

近年、地球温暖化等による気候変動が湖水の水質や生態系などに与える影響が懸念されていることから、池田湖における以下の影響について評価する。

(1) 水質への影響

ア 水質予測シミュレーション

県は平成 24 年 12 月に東京大学、鹿児島大学、指宿市、一般財団法人鹿児島県環境技術協会及び鹿児島県からなる「池田湖底層水質改善方策検討会」を設置し、池田湖の底層水質に係る改善方策について検討を進めてきた。

検討会の目的は、地球温暖化の鉛直循環に対する影響を考慮した場合の溶存酸素量 (DO)、全窒素 (T-N)、全りん (T-P) などの水質変化について、数値モデルによる水質予測を行うとともに、底層の無酸素状態を改善する方策について、数値モデルを用いて湖水の鉛直循環の可能性や水質への影響をシミュレーションし、専門家などによる検討・意見を踏まえて実現可能な改善方策を提示することである。

本シミュレーションによると、平均気温の上昇に伴い、全層循環がさらに生じなくなり、溶存酸素量の低下や全窒素の上昇が予測されており、中程度 (0.02℃/年) の温暖化でも湖水の鉛直循環に変化が発生する可能性が示されている。詳細については、第 VI 部 資料編に記載する。

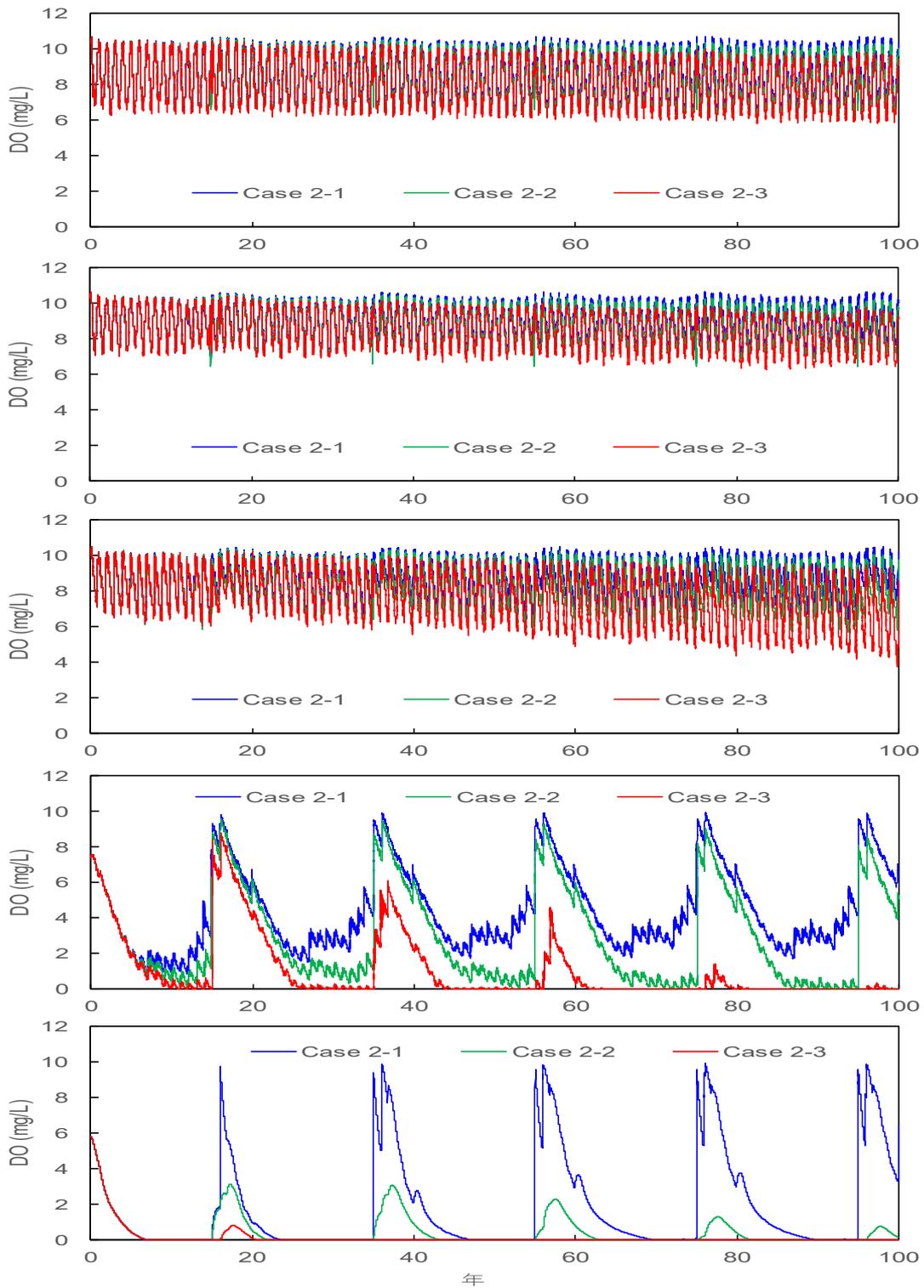


図 III-7 層別の溶存酸素量長期変動予測

資料) 池田湖の底層水質の改善方策に係る報告書 (平成 29 年, 池田湖底層水質改善方策検討会)
 注) 上から水面下 1.25m, 16.25m, 31.25m, 101.25m, 201.25m における予測結果であり, 今後 100 年間に於いて平均気温が以下の条件で変化する場合を計算したものである。

- Case 2-1: 過去 20 年間に比べて変化しない場合
- Case 2-2: 線形に 2℃ 上昇する場合
- Case 2-3: 線形に 5℃ 上昇する場合

イ 池田湖の水質変動及び全層循環の発生要件

鹿児島県環境保健センター所報 第 19 号によると、1983 年度から 2017 年度において確認された結果では、1 月の平均気温が 7℃を下回る場合、又は 1 月の平均気温が 8℃以下でかつ 2 月の平均気温が 9.3℃を下回る場合のいずれかで全層循環が確認され、池田湖における全層循環は、1 月及び 2 月の平均気温が関係しており、1 月の平均気温の影響がより大きくなると考えられたとしている。また、日平均温度差^{注)}による解析結果から、全層循環が確認された年は、1 月と 2 月の日平均温度差の合計が -4.8℃以下であったとしている。

注) 日平均温度差：1 月（又は 2 月）の日平均気温から底層水温を差し引いた指標

$$\Delta T_{\text{日平均温度差}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_{m \text{ 月 } i \text{ 日}} - T_{\text{湖水}})$$

※ m = 1 の場合 n = 31, m = 2 の場合 n = 28 (うるう年の場合は n = 29)

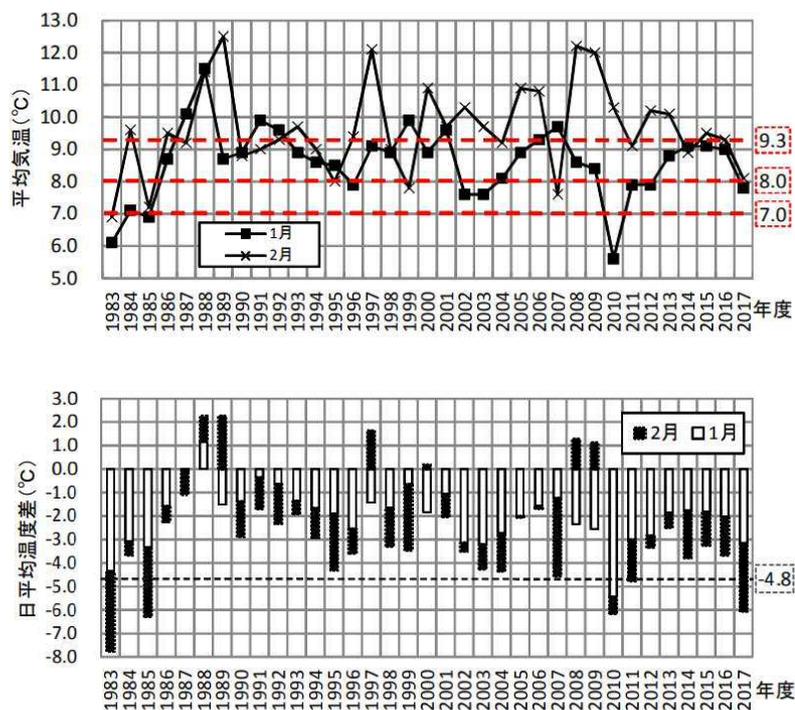


図 III-8 指宿観測所における平均気温の推移（上），1 月及び 2 月における日平均温度差の推移（下）

資料)池田湖の水質変動及び全層循環の発生要件について(鹿児島県環境保健センター所報 第 19 号)

注) 1983 年度から 2017 年度において県が全層循環を確認したのは、昭和 59 年(1984 年)2 月, 昭和 61(1986 年)年 2 月, 平成 23 年(2011 年)2 月, 平成 24 年(2012 年)2 月, 平成 30 年(2018 年)2 月である。

(2) 生態系への影響

池田湖において、植物プランクトン、動物プランクトン、魚介類、水生植物について平成元年度より定期的に調査を行っている^{注)}。本計画における調査結果と過去の調査結果との比較により、温暖化の影響の有無を判断するまでには至っていないため、今後も継続的に監視し評価することが必要である。

注) 各計画における生物調査内容

第2期池田湖水質環境管理計画（植物・動物プランクトン）

第3期池田湖水質環境管理計画（植物・動物プランクトン）

第4期池田湖水質環境管理計画（植物・動物プランクトン、鳥類、魚介類、植生、水生植物）

本計画（植物・動物プランクトン、魚介類、水生植物）