

## 第 VI 部 資料編（池田湖の概要及び水質等調査結果）

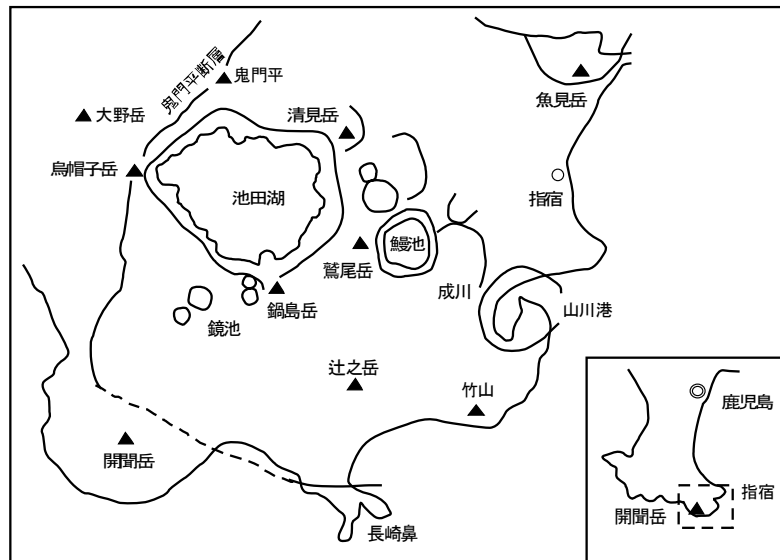
### 1 池田湖の自然環境

#### (1) 地形

指宿市は霧島火山帯に属する我が国における代表的な火山地域である。

指宿市及びその周辺の地形の特徴は開聞岳, 大野岳, 魚見岳等の突起地形に対し, 池田湖, 鰻池, 成川盆地, 山川港の凹地地形が豊富に存在すること及び両者の橋渡しともいふべきカルデラ壁や火口壁の急崖が存在していることである。

これらの火山地形に対し, 阿多カルデラの外輪山にあたる鬼門平(おんかどびら)断層より北西部は比較的単調でカルデラ壁近くに小規模な円錐火山の大野岳がある他は, 中起状, 小起状の古期火山が存在するだけで南薩台地と呼ばれる火山性の台地が広く存在している。この地方の台地は他のシラス台地に比べて河川による浸食をほとんど受けていないことが大きな特色の一つである。



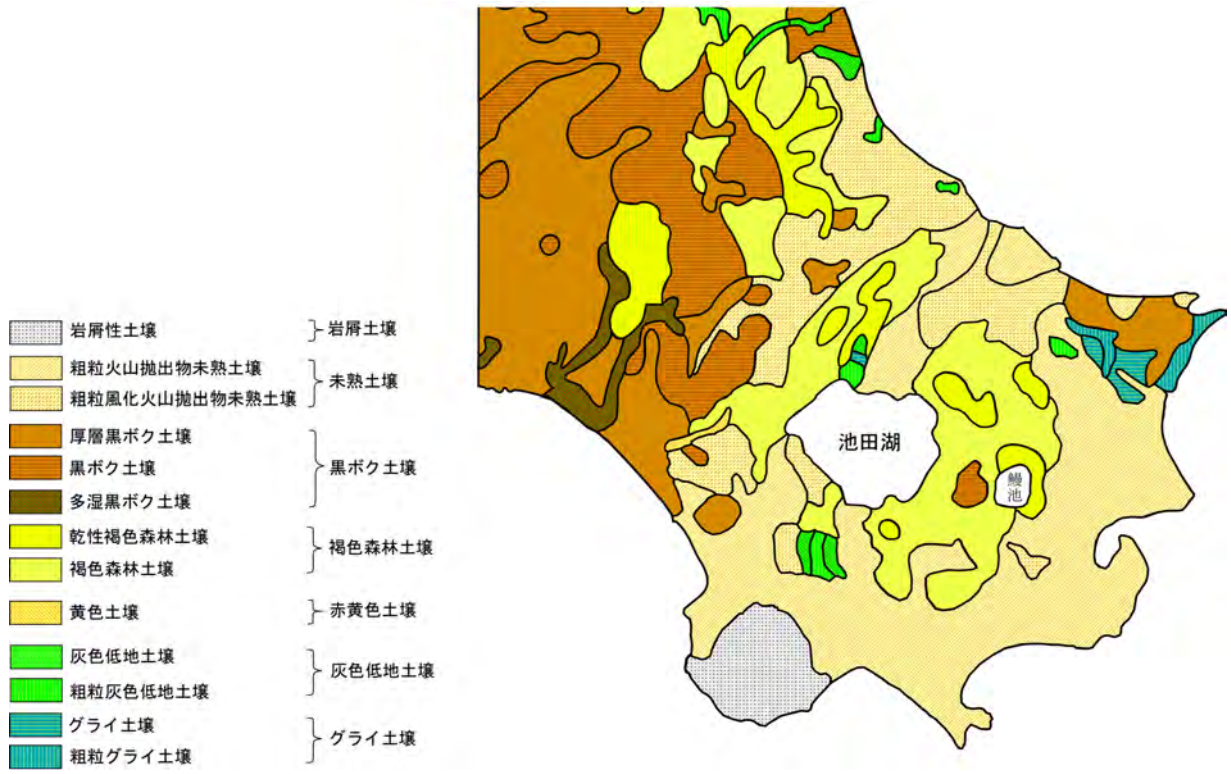
資料：鹿児島県の自然（昭和54年，財団法人鹿児島県育英財団）

図 VI-1 指宿市及びその周辺の火山地形

#### (2) 土壌・地質

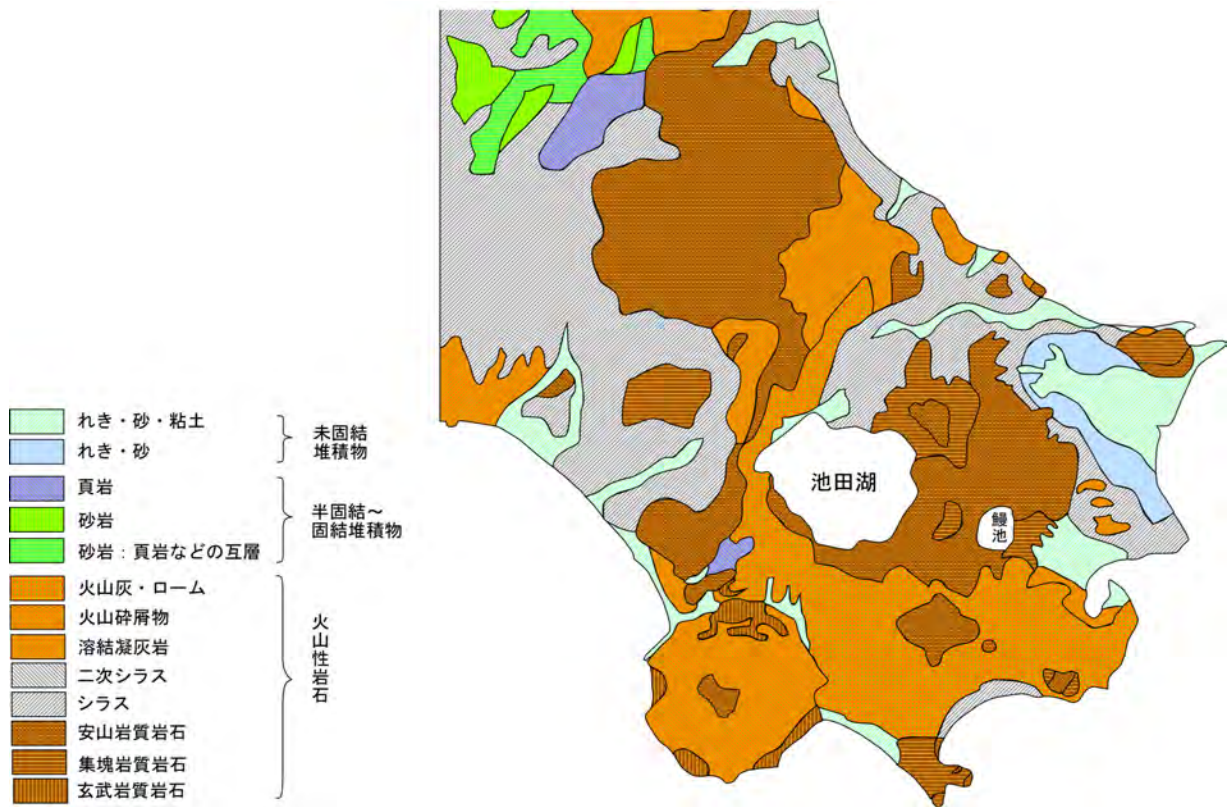
指宿市及びその周辺の土壌は, 南部は火山砂れきよりなる未熟土が広く存在している。中央部の山岳丘陵地帯には褐色森林土が広く分布し, 一部は未熟土や黒ボク土も存在している。北西部の台地地域には火山性の黒ボク土が広く分布している。

指宿地方の地質は, 大部分は火山性岩石であり, その他は未固結堆積物が東部の低地に散点的に分布しているにすぎない。特徴的なものとして阿多カルデラの外壁をなす鬼門平断層（図 VI-1 参照）を境として地形とともに地質もかなり変化しており, 内側（南東側）は火山灰・ローム, 火山碎屑物などが広く分布し, 外側（北西側）では前者より旧期に属する溶結凝灰岩, シラスなどが広範囲にわたってみられる。



資料：土地分類図（土壌図） 鹿児島県

図 VI-2 土壌図



資料：土地分類図（表層地質図） 鹿児島県

図 VI-3 地質図

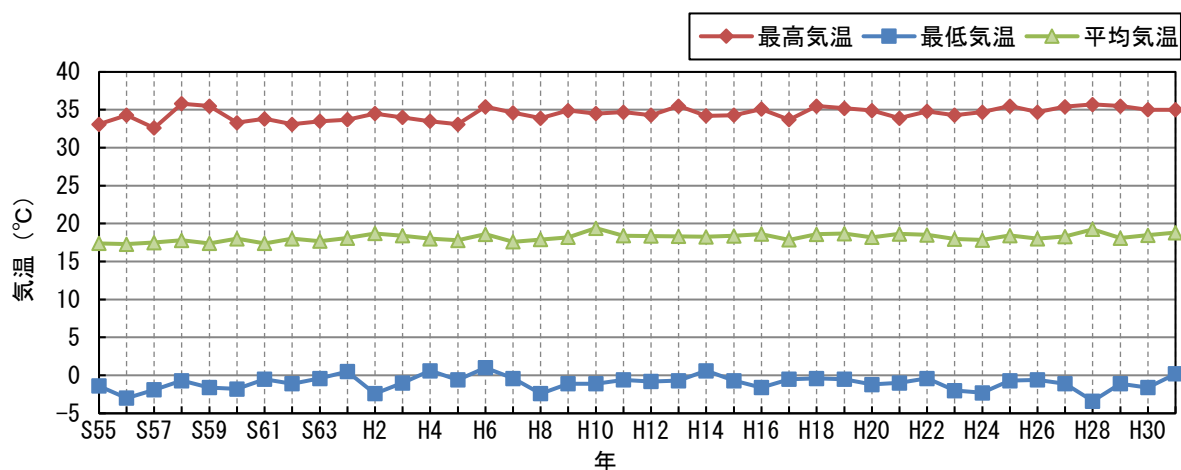
(3) 気象条件

ア 気温

気候は温暖で年平均気温は 18℃前後である。

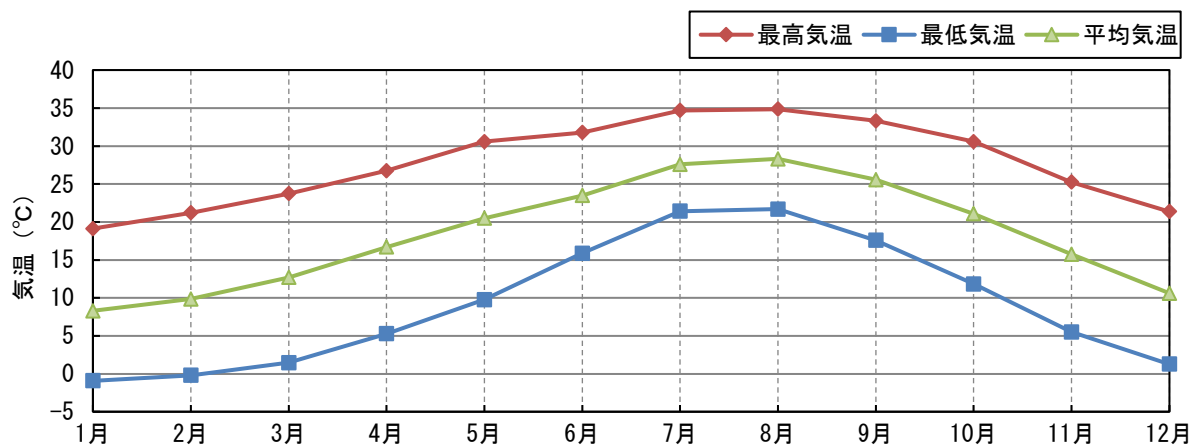
日最高気温は 30℃以上で、年によっては 35℃を超える値もみられる。一方、日最低気温は大半が 0℃を下回るが、平成元、4、6、14、令和元年は 0℃以上の値もみられる。これら気温の変化は湖水の循環や成層の生成及び生物生産活動等に大きな影響を及ぼすと考えられる。

また月別平均気温は 8月が約 28℃と最高になり、1月が約 8℃と最低となる。



資料：気象庁ウェブサイト

図 VI-4 年別日最高、最低及び平均気温（指宿地域気象観測所）



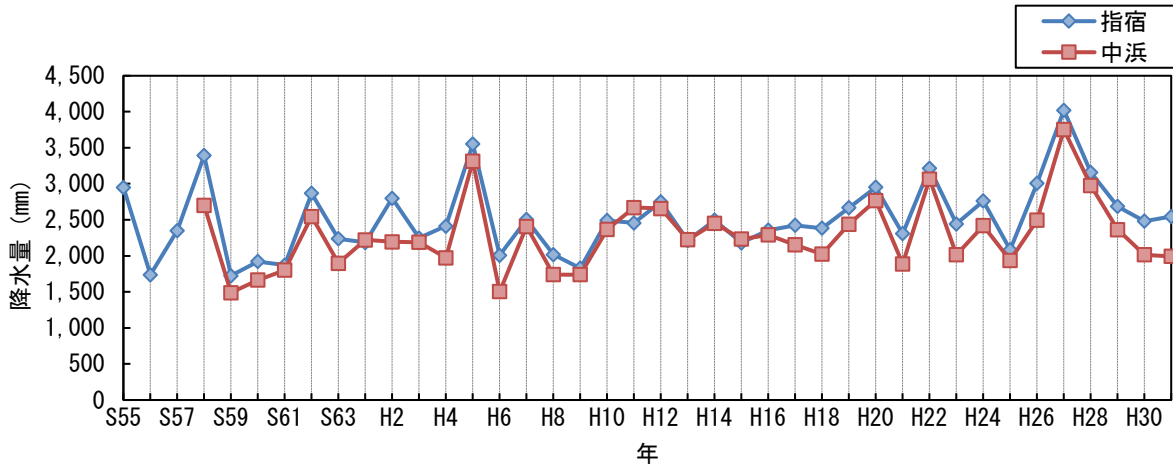
資料：気象庁ウェブサイト

図 VI-5 平成 22 年～令和元年の最高、最低及び平均気温の月別平均値（指宿地域気象観測所）

イ 降水量

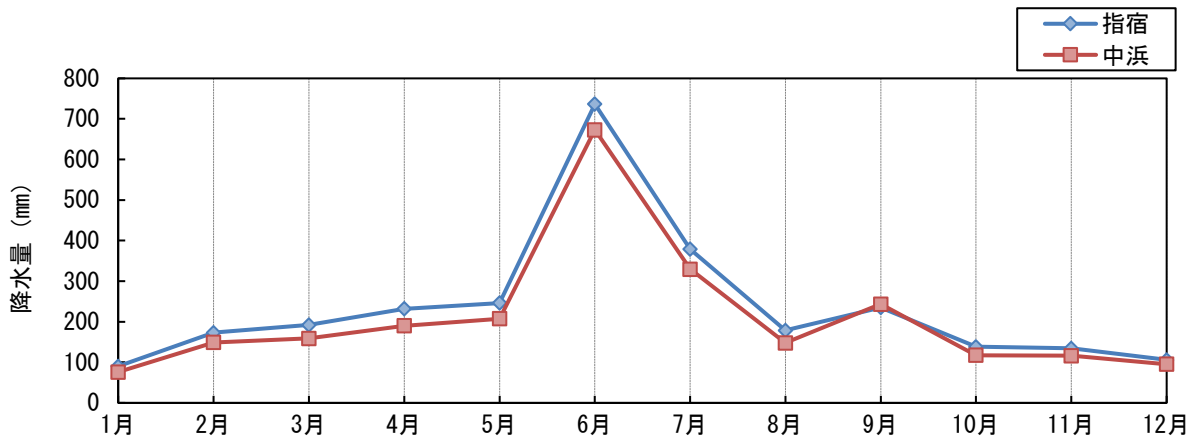
年間降水量は指宿市街地と池田湖畔の中浜はほぼ同様な傾向を示している。指宿での年間降水量の最大は平成 27 年の 4,019 mm、最小は昭和 59 年の 1,725 mm、中浜の年間降水量の最大は平成 27 年の 3,751 mm、最小は昭和 59 年の 1,489 mm となっており年間降水量の変化は大きい。

また月別平均降水量は 6 月が約 700mm と最高を示し、10 月～1 月は 100mm 前後と少なくなっている。



資料：気象庁ウェブサイト（指宿），県農政部農地整備課（中浜）

図 VI-6 年間降水量



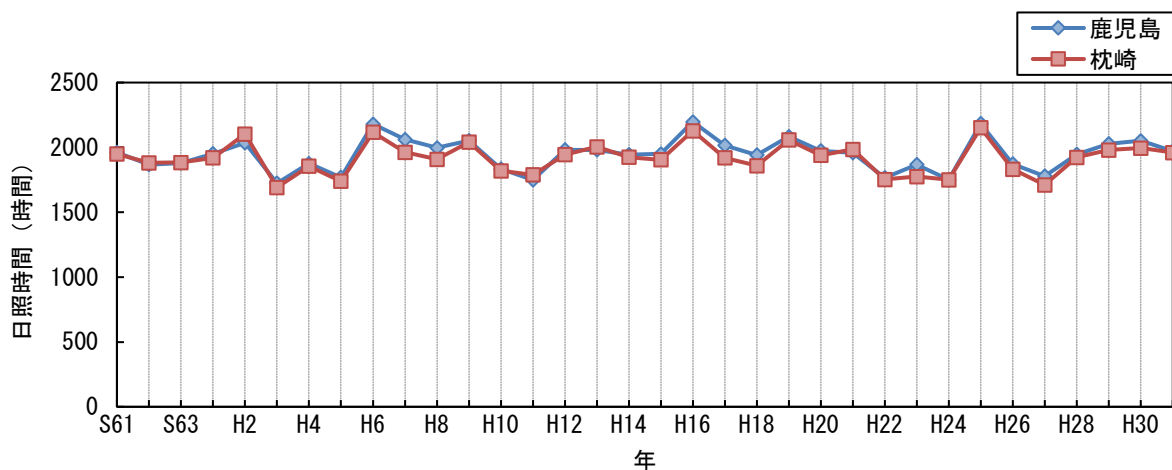
資料：気象庁ウェブサイト（指宿），県農政部農地整備課（中浜）

図 VI-7 平成 22～令和元年の月別平均降水量

### ウ 日照時間

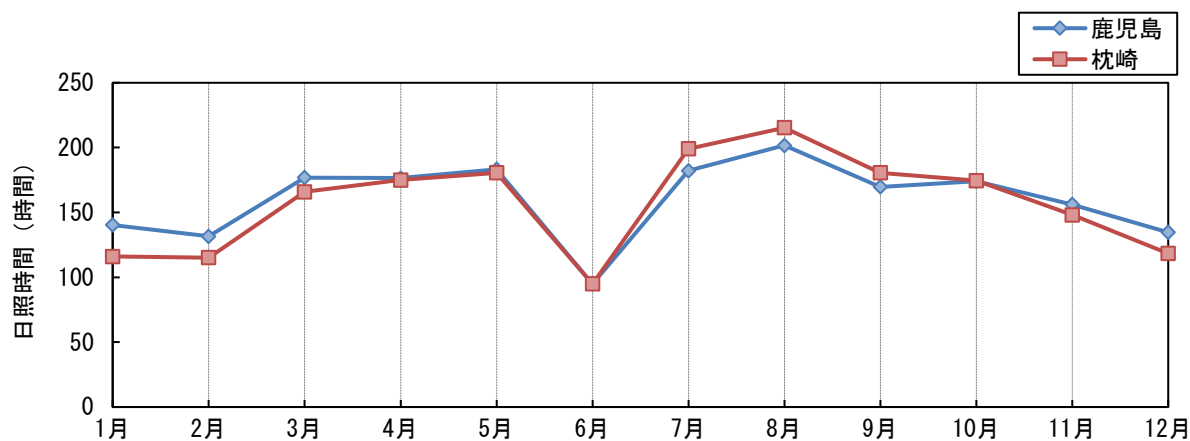
鹿児島市の年間日照時間は約 1,700～2,200 時間の幅で推移しており、枕崎市についても鹿児島市とほぼ同様の傾向を示している。

月別平均日照時間は、8月が最高で、梅雨期の6月が低くなっている。



資料：気象庁ウェブサイト

図 VI-8 年間日照時間



資料：気象庁ウェブサイト

図 VI-9 平成 22～令和元年の月別平均日照時間

## 2 湖水環境の状況

### (1) 項目別水質の状況

COD, 全窒素 (T-N), 全りん (T-P) については, 水質環境保全目標の達成状況を見るために基準点 1~3 の水質調査結果を示した。

また, 基準点 2 の層別 (表層 (0.5m), 中層 (30m), 下層 (100m), 底層 (200m)) の濃度の推移についても示した。

その他の項目については, 基準点 1~3 で値の差はほとんど認められなかったことから, 主に基準点 2 の水質調査結果を示した。

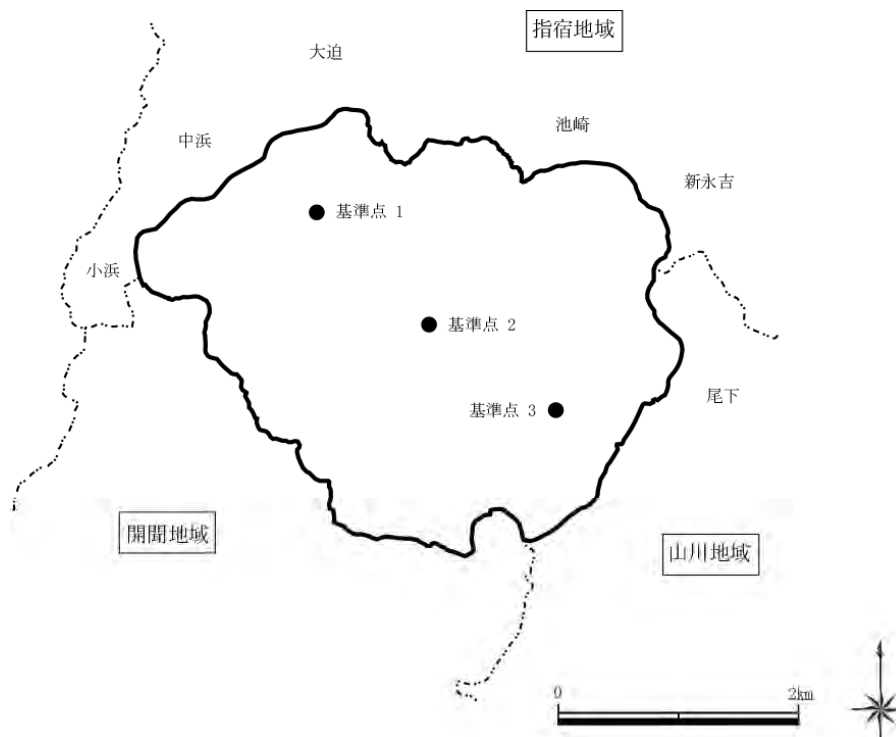


図 VI-10 基準点の位置

ア 透明度

昭和 4 年 5 月の透明度は 26.8m であり、当時世界でも有数の透明度の高い湖とされていた。図 VI-11 に示す基準点 2 の透明度の推移をみると、昭和 57 年度以前の平均は 7.5m であり、昭和 58～平成 2 年度（第 1 期計画期間）の平均は 6.6m であったが、平成 23～令和元年度（第 4 期計画期間）の平均は 9.1m と上昇傾向が見られている。

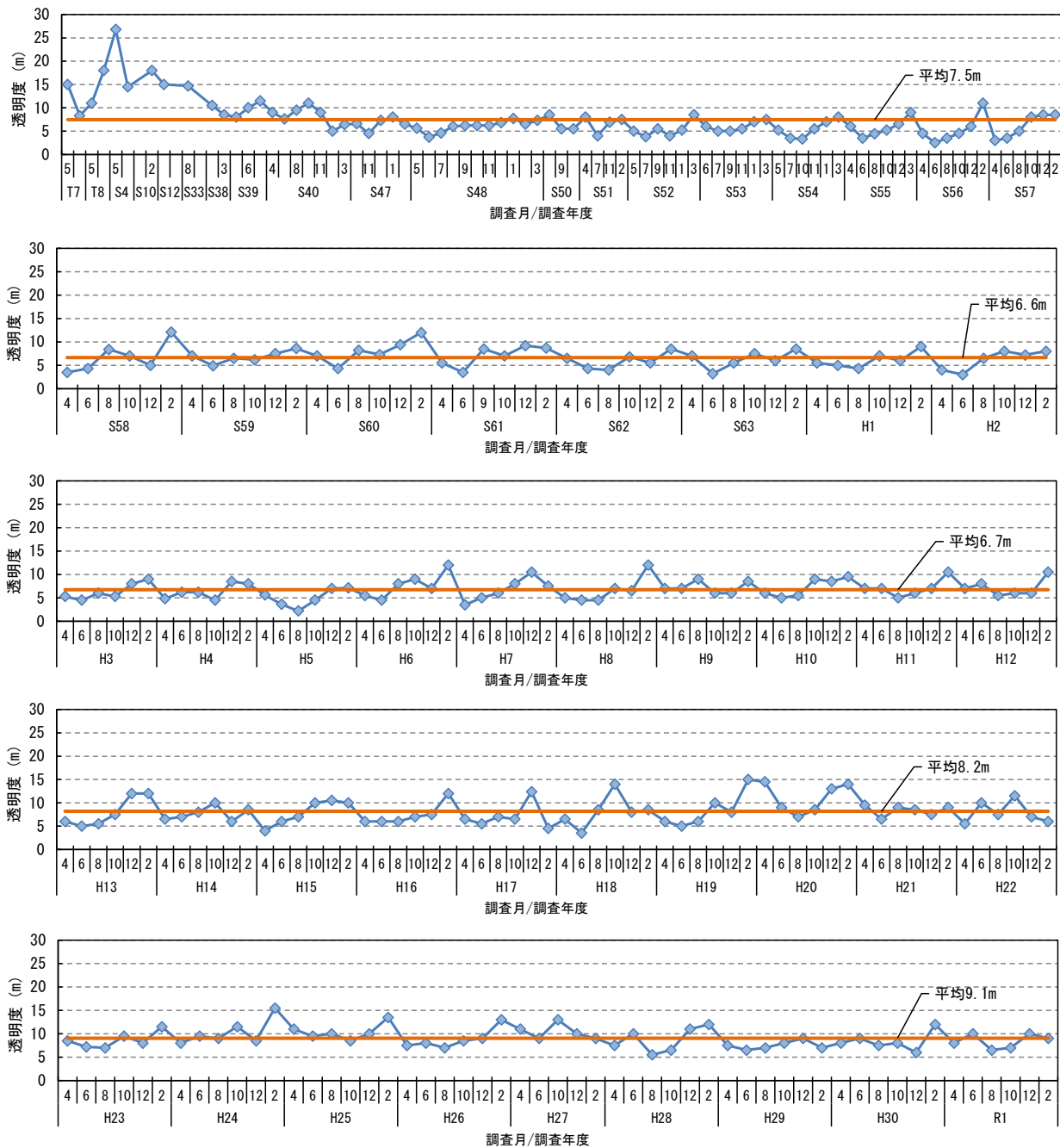


図 VI-11 基準点 2 の透明度の推移



イ 水温

(7) 層別水温の推移

図 VI-12 に示す基準点 2 の水温の推移をみると、表層 (0.5m) の水温は気温の影響を受け、夏季は 30℃程度まで上昇するが、冬季は概ね 10~13℃となっている。底層(200m)は年間を通して変動はほとんどみられないが、昭和 54 年 5 月(10.2℃)から令和 2 年 2 月 (11.0℃)では約 1℃の上昇がみられる。

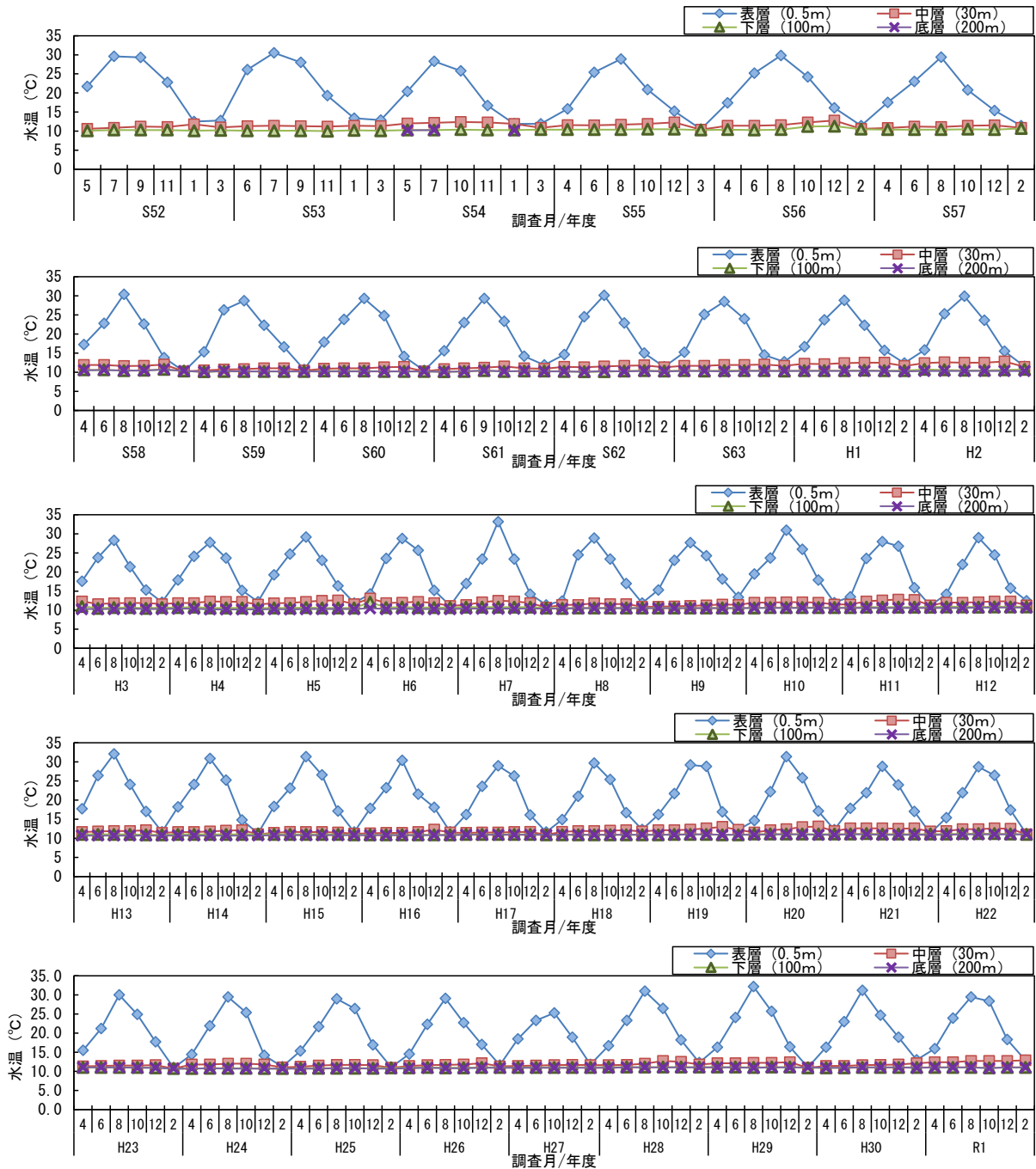


図 VI-12 基準点 2 の水温の推移



(イ) 冬季層別水温の推移

図 VI-13 に示す基準点 2 の冬季水温の推移をみると、昭和 59 年 2 月（表層 10.2℃，底層 10.3℃），昭和 61 年 2 月（表層 10.4℃，底層 10.2℃）は表層の水温が低下し，底層とほぼ同水温となっている。

平成 7 年 2 月（表層 11.2℃，底層 10.3℃），平成 12 年 2 月（表層 11.2℃，底層 10.6℃），平成 15 年 2 月（表層 11.3℃，底層 10.7℃），平成 22 年 2 月（表層 11.3℃，底層 10.9℃）に表層水温がやや低下しているが，いずれも表層と底層では水温差がみられる。

平成 23 年 2 月（表層 11.1℃，底層 11.0℃），平成 30 年 2 月（表層 11.0℃，底層 11.0℃）は，表層の水温が低下し，底層とほぼ同水温となっており，湖水循環の発生が示唆された。

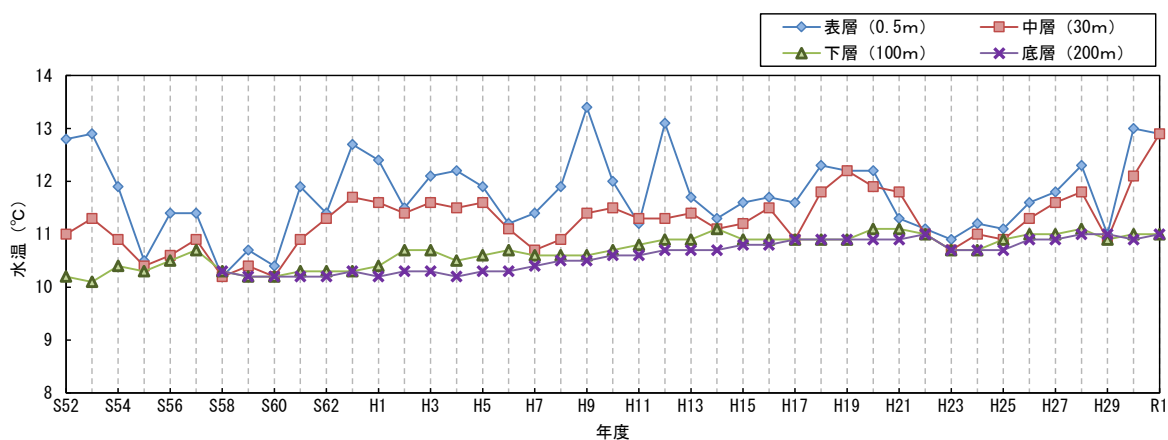


図 VI-13 基準点 2 の冬季（2 月）水温の推移

(ウ) 鉛直分布

図 VI-14 に示す基準点 2 の水温の鉛直分布の変化をみると、4 月から 12 月にかけて湖水は成層期にあり、水深 10~20m 付近に水温躍層がみられる。2 月は表層の水温が低下し顕著な水温躍層はみられない。

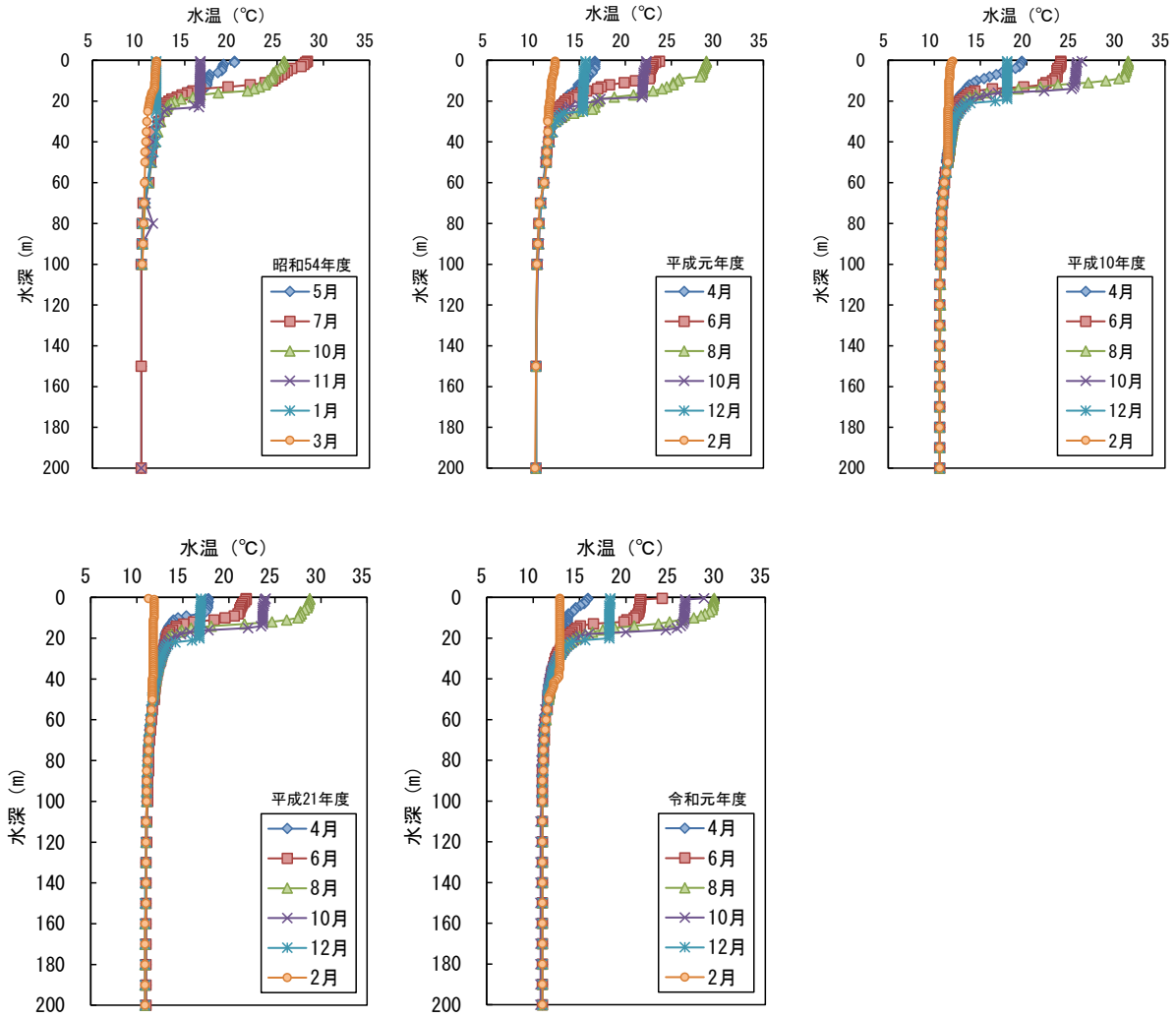


図 VI-14 基準点 2 の水温の鉛直分布

ウ 溶存酸素量（D0）

(7) 層別濃度の推移

図 VI-15 に示す基準点 2 の D0 の推移をみると、表層（0.5m）では約 8～11mg/L の範囲で、また中層（30m）では約 4～10mg/L の範囲で季節的な変化を繰り返しながら概ね横ばいで推移している。下層（100m）及び底層（200m）では、昭和 61 年 4 月をピークに低下傾向であったが、平成 24 年 2 月に D0 の回復がみられた。平成 24 年 4 月以降、低下傾向に転じたが、平成 30 年 2 月に D0 の回復が見られた。平成 30 年 4 月以降は、下層と同程度の濃度で低下傾向に転じている。

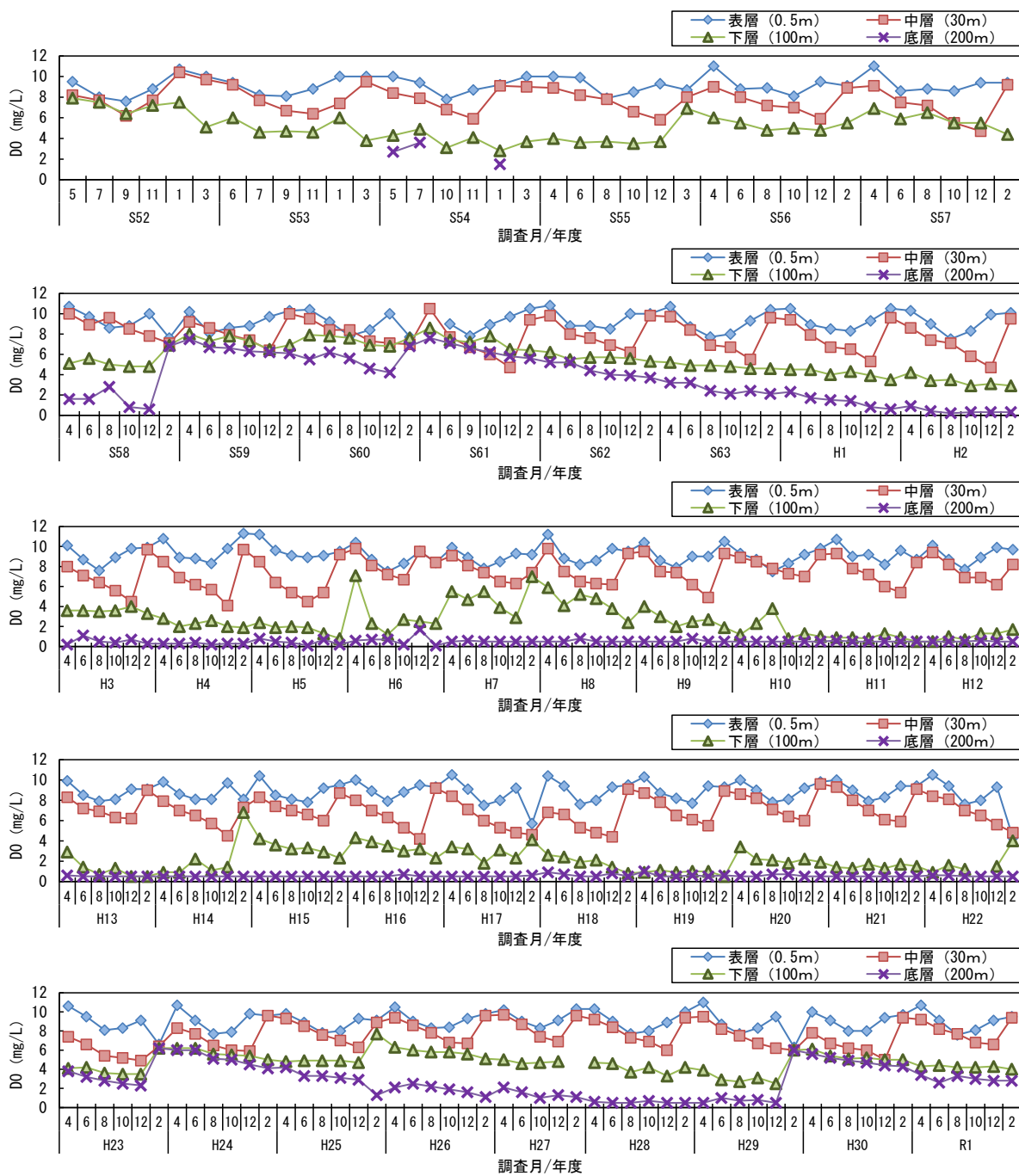


図 VI-15 基準点 2 の D0 の推移

(イ) 鉛直分布

図 VI-16 に示す基準点 2 の DO の鉛直分布をみると、昭和 54 年度や平成元年度の下層 (100m) の DO は 5mg/L 程度であった。平成 21 年度は、下層は 1.5mg/L 程度であり、底層 (200m) はほぼ無酸素状態であった。令和元年度は、下層は 4mg/L 程度、底層は 3mg/L 程度と無酸素状態から回復していた。

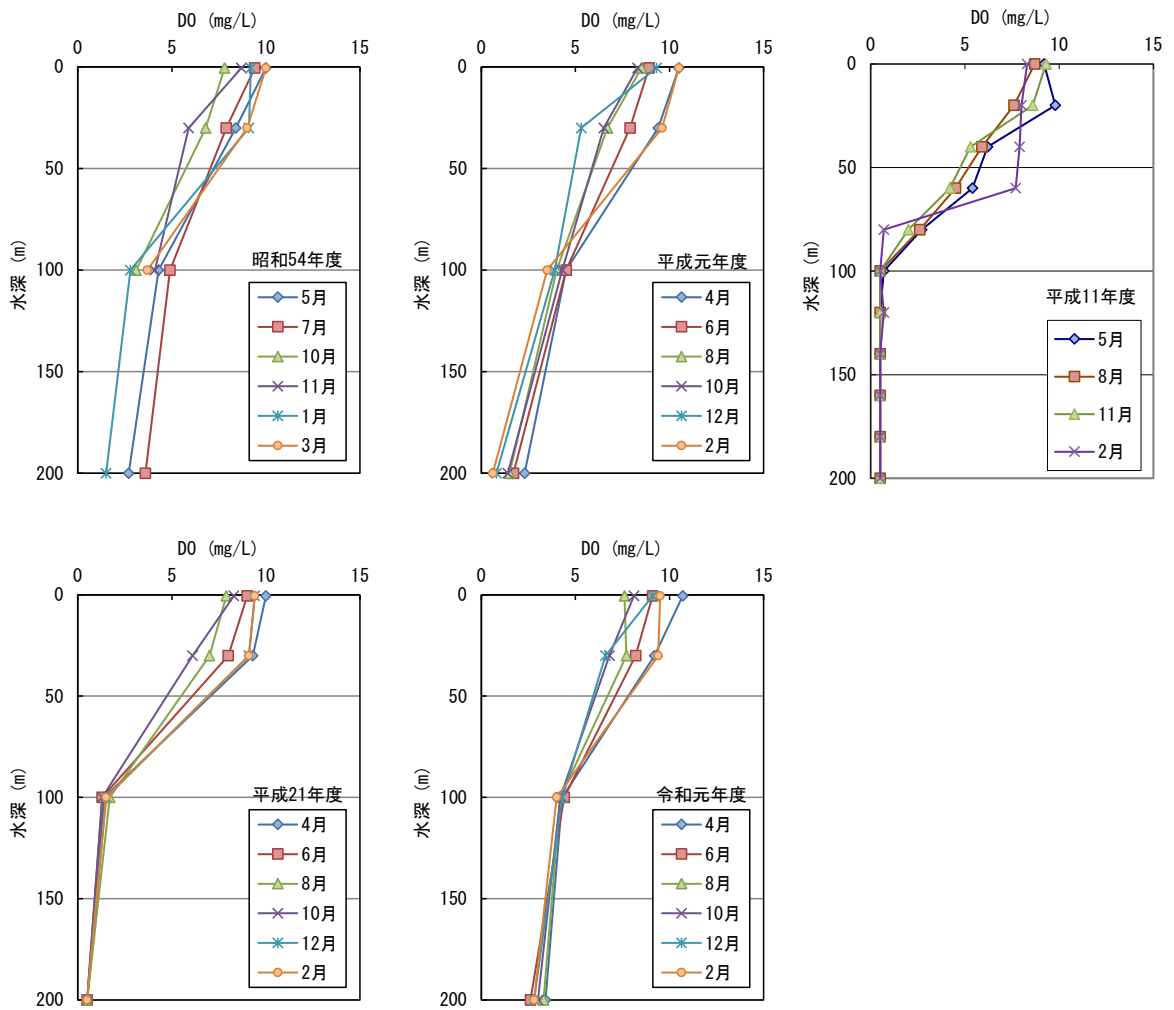


図 VI-16 基準点 2 の DO の鉛直分布

エ 化学的酸素要求量（COD）

(7) 水質環境保全目標の達成状況

a 全層 75% 値

COD の水質環境保全目標の評価方法は各基準点における全層 75% 値となっている。各年度の基準点 1～3 の全層 75% 値を表 VI-1 に示す。

令和元年度の全層 75% 値は、基準点 1 及び基準点 2 が 1.7 mg/L、基準点 3 が 1.6 mg/L であり、全基準点が水質環境保全目標（3mg/L 以下）を達成している。

b 全層 75% 値の推移

基準点 1～3 の全層 75% 値の推移を図 VI-17 に示す。第 4 期計画以降（平成 23 年度以降）では、顕著な濃度変化はみられず、水質環境保全目標を下回る 1.5 ～1.8 mg/L の範囲で推移している。

表 VI-1 基準点 1～3 の COD 全層 75% 値の推移

年度	第 1 期計画							
	S58	S59	S60	S61	S62	S63	H1	H2
基準点 1	1.8	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6	1.7	1.9
基準点 2	1.6	1.5	1.6	1.6	1.4	1.5	1.5	1.7
基準点 3	1.7	1.5	1.6	1.5	1.5	1.6	1.7	1.8

年度	第 2 期計画									
	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
基準点 1	1.8	2.0	2.1	1.6	1.4	1.9	1.7	1.8	1.9	1.5
基準点 2	1.6	1.8	1.8	1.6	1.5	1.9	1.8	1.8	2.0	1.7
基準点 3	1.5	1.8	2.4	1.6	1.3	1.9	1.7	1.8	1.8	1.5

年度	第 3 期計画									
	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22
基準点 1	1.8	1.6	1.8	2.1	1.7	1.7	1.9	1.8	1.8	1.8
基準点 2	1.8	1.8	2.0	2.2	1.9	2.0	1.9	1.8	1.9	1.8
基準点 3	1.8	1.7	1.8	2.0	1.7	2.0	1.9	1.7	1.9	1.8

年度	第 4 期計画									水質環境保全目標
	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	
基準点 1	1.5	1.7	1.5	1.7	1.6	1.6	1.8	1.6	1.7	3mg/L 以下
基準点 2	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	
基準点 3	1.6	1.6	1.5	1.6	1.6	1.6	1.8	1.5	1.6	

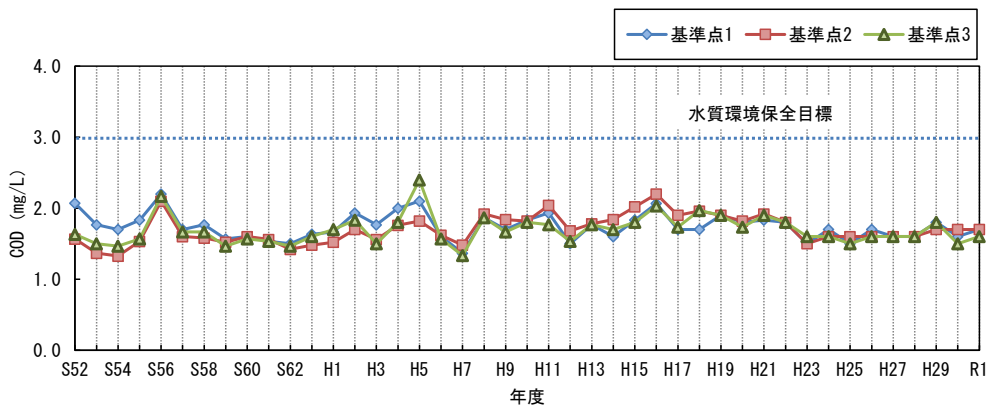


図 VI-17 基準点 1～3 の COD 全層 75% 値の推移

(イ) 層別濃度の推移

基準点 2 の各層 75% 値を図 VI-18 に示す。表層 (0.5m) は昭和 56 年度を除くと、概ね 2~3mg/L の範囲で横ばいで推移している。また、中層 (30m) は 1.5mg/L 前後、下層 (100m) は 1mg/L 前後でほぼ横ばいで推移している。一方、底層 (200m) は、平成 3 年度までは 1mg/L 以下でほぼ横ばいで推移していたが、それ以降、上昇傾向を示し、平成 11 年度から平成 18 年度は 2mg/L 前後で横ばいで推移している。平成 19 年度以降は、平成 20 年度や平成 24 年度等上昇する年もあるが、概ね下降傾向を示している。底層の濃度の上昇及び下降は、底泥からの溶出と湖水循環の影響を受けたものであると考えられる。

季節的な変化としては、図 VI-19 に示すように表層では冬季に低く、春季~秋季にかけてプランクトンの増殖とともに高くなる傾向にある。中層では湖水循環により冬季にやや高くなる傾向があるが、底層においては顕著な季節的な変化はみられない。

なお、基準点 2 の COD の鉛直分布は図 VI-20 に示すとおりである。

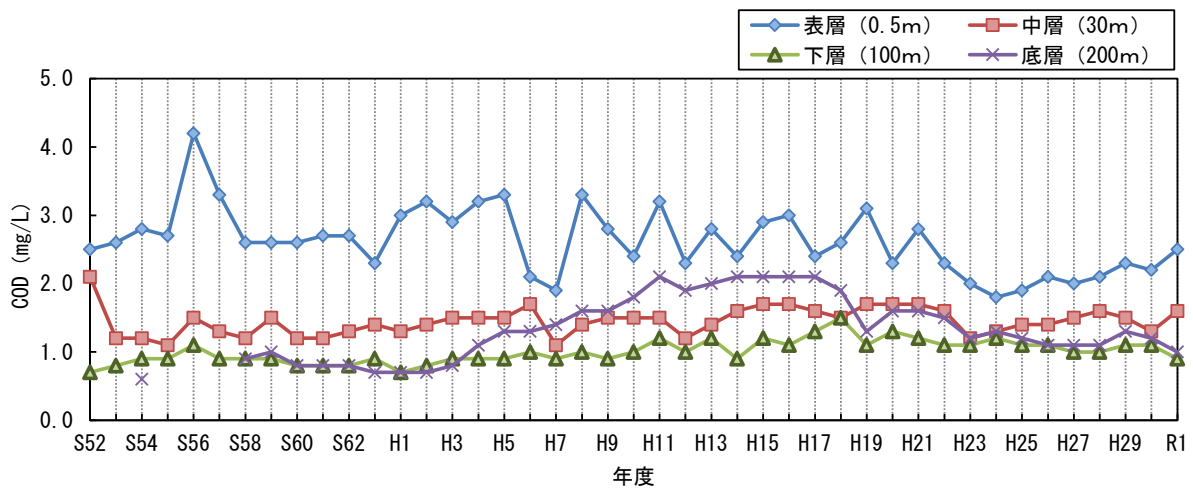


図 VI-18 基準点 2 の COD 各層 75% 値の推移

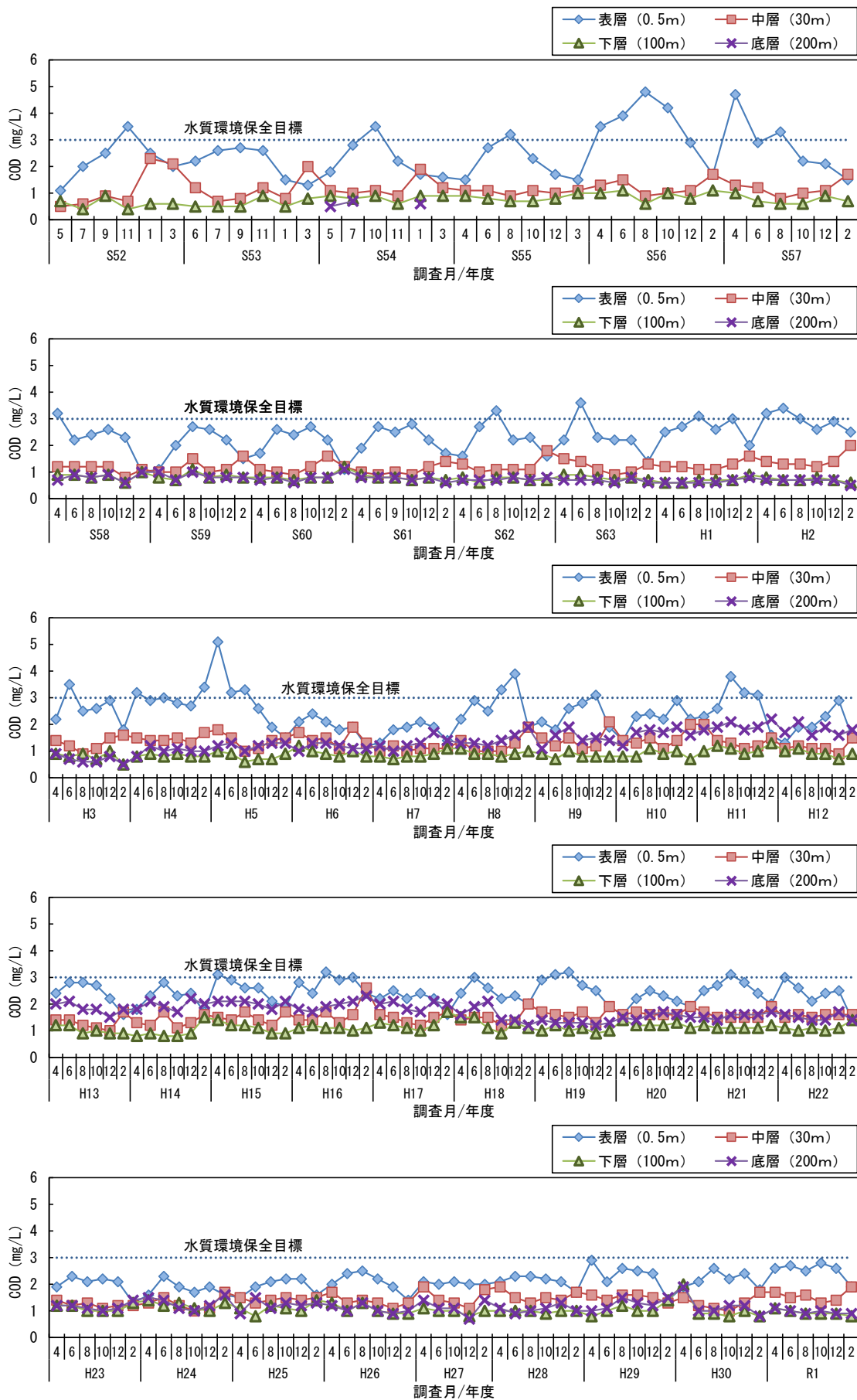


図 VI-19 基準点 2 の COD の推移



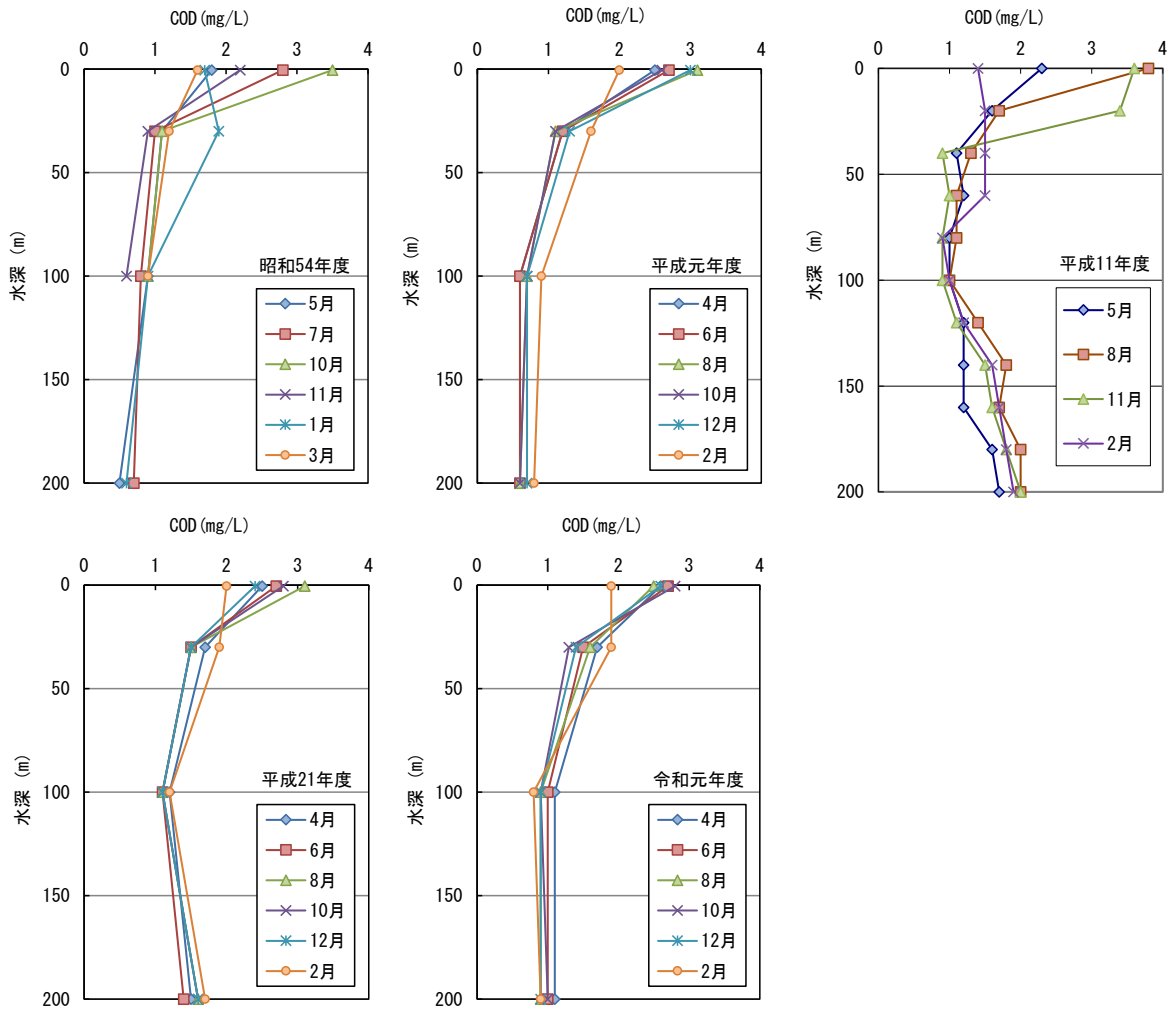


図 VI-20 COD の鉛直分布 (基準点 2)

才 全窒素（T-N）

(7) 水質環境保全目標の達成状況

a 表層年平均値

全窒素（T-N）の水質環境保全目標の評価方法は各基準点における表層年平均値となっている。基準点 1～3 の表層年平均値を表 VI-2 に示す。

令和元年度の表層年平均値は、基準点 1 及び基準点 3 が 0.15 mg/L、基準点 2 が 0.17 mg/L であり、全地点が水質環境保全目標（0.2mg/L 以下）を達成している。

b 表層年平均値の推移

図 VI-21 に示す基準点 1～3 の表層年平均値の推移をみると、第 3 期計画期間中では、水質環境保全目標を達成しない基準点が多かったが、第 4 期計画期間中は平成 26 年度を除き目標を達成している。

表 VI-2 基準点 1～3 の全窒素（T-N）年平均値の推移

年度	第 1 期計画							
	S58	S59	S60	S61	S62	S63	H元	H2
基準点 1	0.24	0.17	0.18	0.31	0.35	0.35	0.29	0.23
基準点 2	0.24	0.17	0.17	0.31	0.34	0.36	0.28	0.25
基準点 3	0.24	0.17	0.18	0.31	0.35	0.36	0.30	0.25

年度	第 2 期計画									
	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
基準点 1	0.21	0.20	0.23	0.14	0.16	0.15	0.18	0.39	0.35	0.29
基準点 2	0.22	0.19	0.23	0.14	0.16	0.16	0.16	0.40	0.35	0.28
基準点 3	0.20	0.21	0.25	0.16	0.15	0.16	0.16	0.46	0.35	0.31

年度	第 3 期計画									
	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22
基準点 1	0.25	0.21	0.18	0.21	0.24	0.17	0.20	0.18	0.17	0.17
基準点 2	0.24	0.23	0.20	0.21	0.25	0.19	0.21	0.18	0.18	0.17
基準点 3	0.25	0.22	0.18	0.19	0.23	0.17	0.20	0.19	0.17	0.17

年度	第 4 期計画									水質環境保全目標
	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	
基準点 1	0.13	0.13	0.13	0.21	0.17	0.16	0.17	0.15	0.15	0.2mg/L以下
基準点 2	0.15	0.14	0.14	0.21	0.17	0.16	0.18	0.15	0.17	
基準点 3	0.15	0.12	0.13	0.21	0.17	0.16	0.17	0.15	0.15	

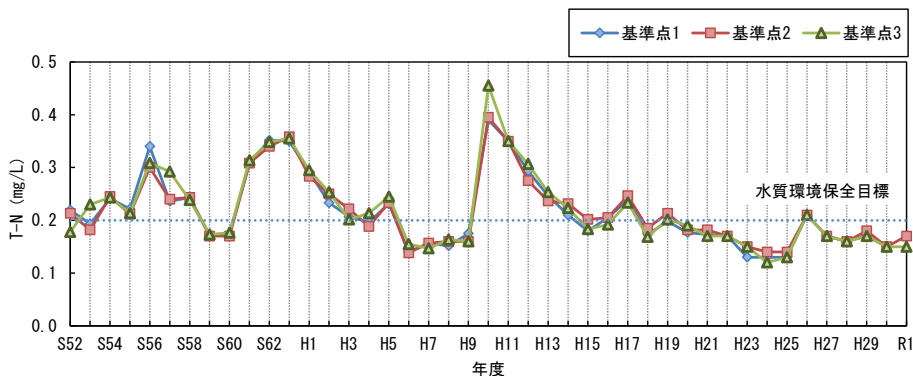


図 VI-21 基準点 1～3 の全窒素（T-N）年平均値の推移

(イ) 層別濃度の推移

基準点 2 の全窒素 (T-N) の年平均値の推移を図 VI-22 に示す。表層 (0.5m) は昭和 61 年度以降濃度が上昇し、平成 3 年度まで 0.2mg/L を超過した。平成 4~9 年度はほぼ 0.2mg/L を下回ったが、平成 10 年度に 0.4mg/L と急激に濃度が上昇し、その後次第に濃度が低下している。中層 (30m)、下層 (100m) は、表層とは時間差がみられるがほぼ同様な傾向を示している。底層 (200m) は、平成 3 年度までは表層とほぼ同様な傾向を示していたが、それ以降急激な上昇傾向を示し、平成 15 年度 (0.54mg/L まで上昇)、平成 19 年度 (0.20mg/L まで下降)、平成 25 年度 (0.37mg/L まで上昇)、平成 29 年度 (0.20mg/L まで下降) のように上昇と下降を繰り返している。

底層の全窒素濃度は、底泥からの溶出による濃度上昇と、表層から下層及び底層に及ぶ湖水循環による濃度低下の影響を受けたものと考えられる。

なお、基準点 2 の全窒素濃度の推移は、図 VI-23 に示すとおりである。

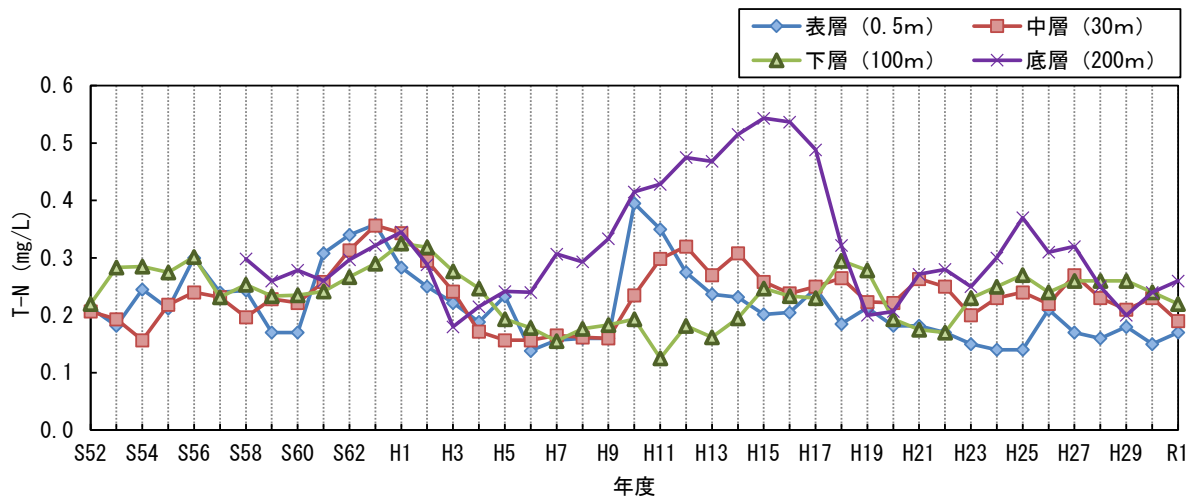


図 VI-22 基準点 2 の全窒素 (T-N) の年平均値の推移

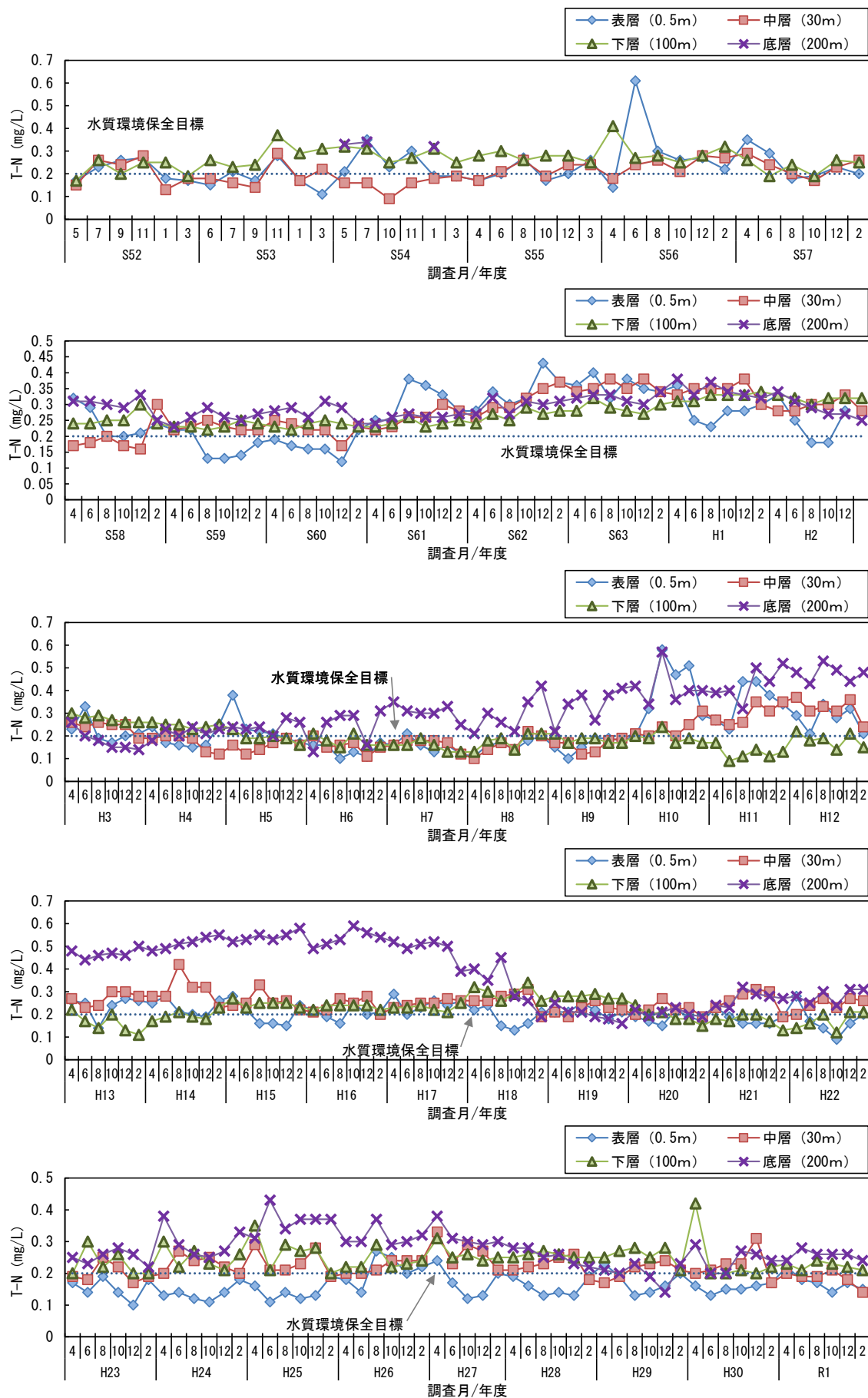


図 VI-23 基準点 2 の全窒素 (T-N) の推移

## (ウ) 畑かん注水と全窒素 (T-N) の関係

南九州市穎娃地域 3 河川から池田湖への注水量と表層の全窒素 (T-N) の推移を図 VI-25 に示す。注水量の多かった昭和 61, 62 年度や平成 10, 11, 16, 17 年度などは、若干の時間差はあるものの全窒素が増加している。また、第 4 期計画期間中に水質環境保全目標を非達成であった平成 26 年度では、期間中最も多く注水されている。

穎娃地域 3 河川の全窒素は、令和元年度の平均で馬渡川が 2.7 mg/L、高取川が 3.8 mg/L、集川が 8.4 mg/L と、池田湖の約 10~30 倍高いことから、表層の全窒素の上昇は河川からの注水が影響していると考えられる。

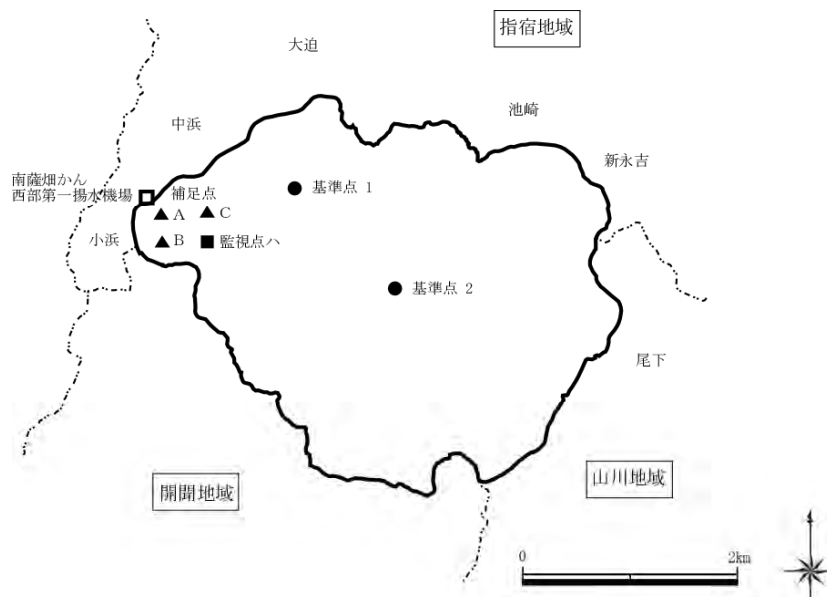


図 VI-24 南薩畑かん西部第一揚水機場に近い調査地点

## (エ) 底泥からの窒素の溶出について

基準点 2 の底層 (200m) の全窒素 (T-N), アンモニア態窒素 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) 及び DO の推移を図 VI-26 に示す。

昭和 61 年度以降湖水循環による表層からの酸素の供給がないため、DO は減少し、平成 2 年度から平成 22 年度末までほぼ無酸素状態となっている。この期間の無酸素状態の継続により、アンモニア態窒素濃度が上昇し、平成 15 年度の年平均は 0.49mg/L を示した。

なお、平成 18 年 2 月の表層から下層 (100m) に及ぶ湖水循環の影響を受けて平成 18 年度以降、全窒素、アンモニア態窒素は共に低下したが、その後の無酸素状態の継続により、底層水の濃度は再上昇傾向を示した。昭和 61 年度から平成 21 年度に至るまで約 23 年間、底層 (200m) まで及ぶような湖水循環は観測されていなかったが、平成 23 年 3 月及び平成 30 年 2 月の全層循環によりアンモニア態窒素濃度は定量下限値付近まで低下し推移している。

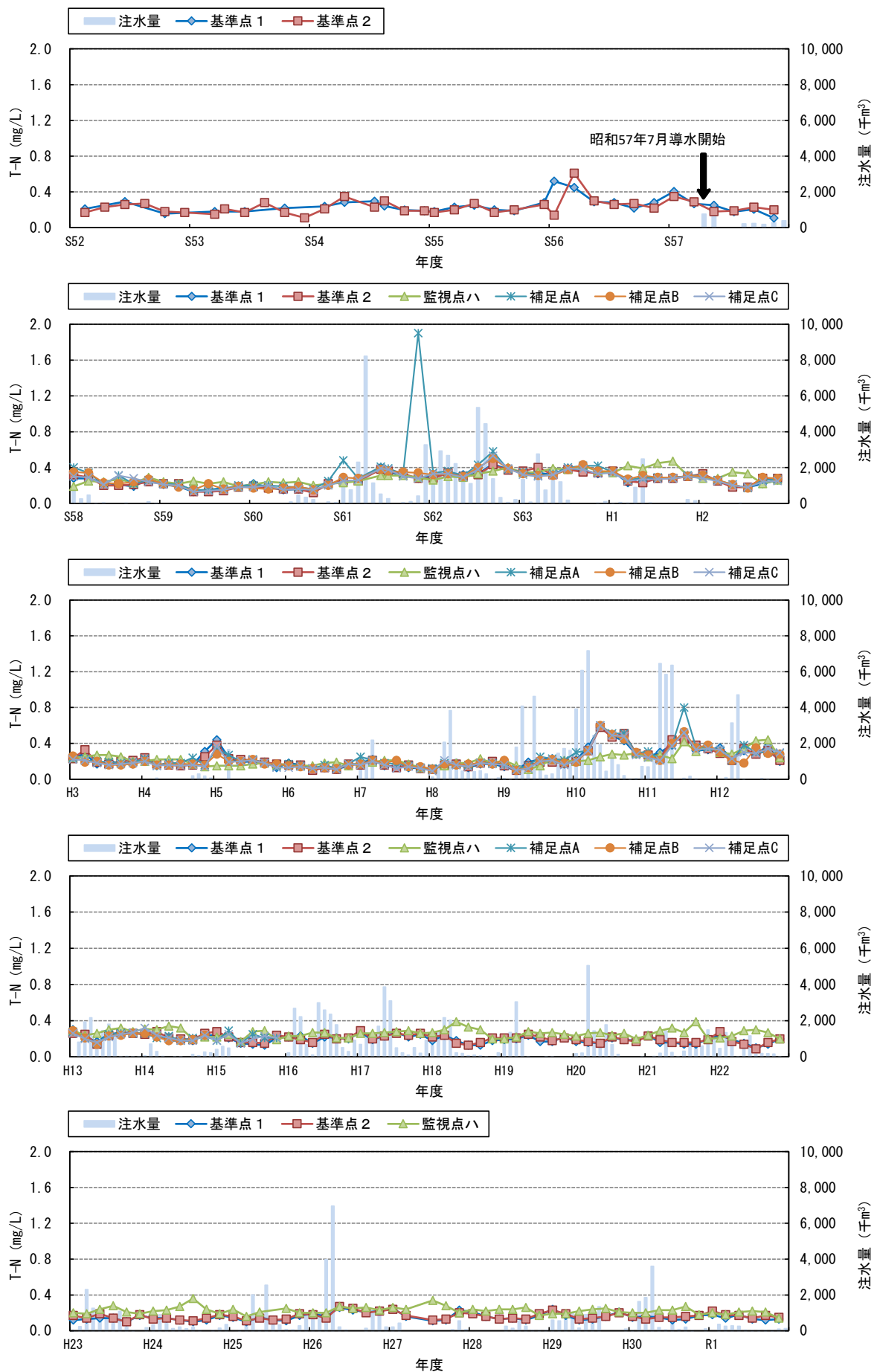


図 VI-25 注水量と全窒素 (T-N) (表層) の推移

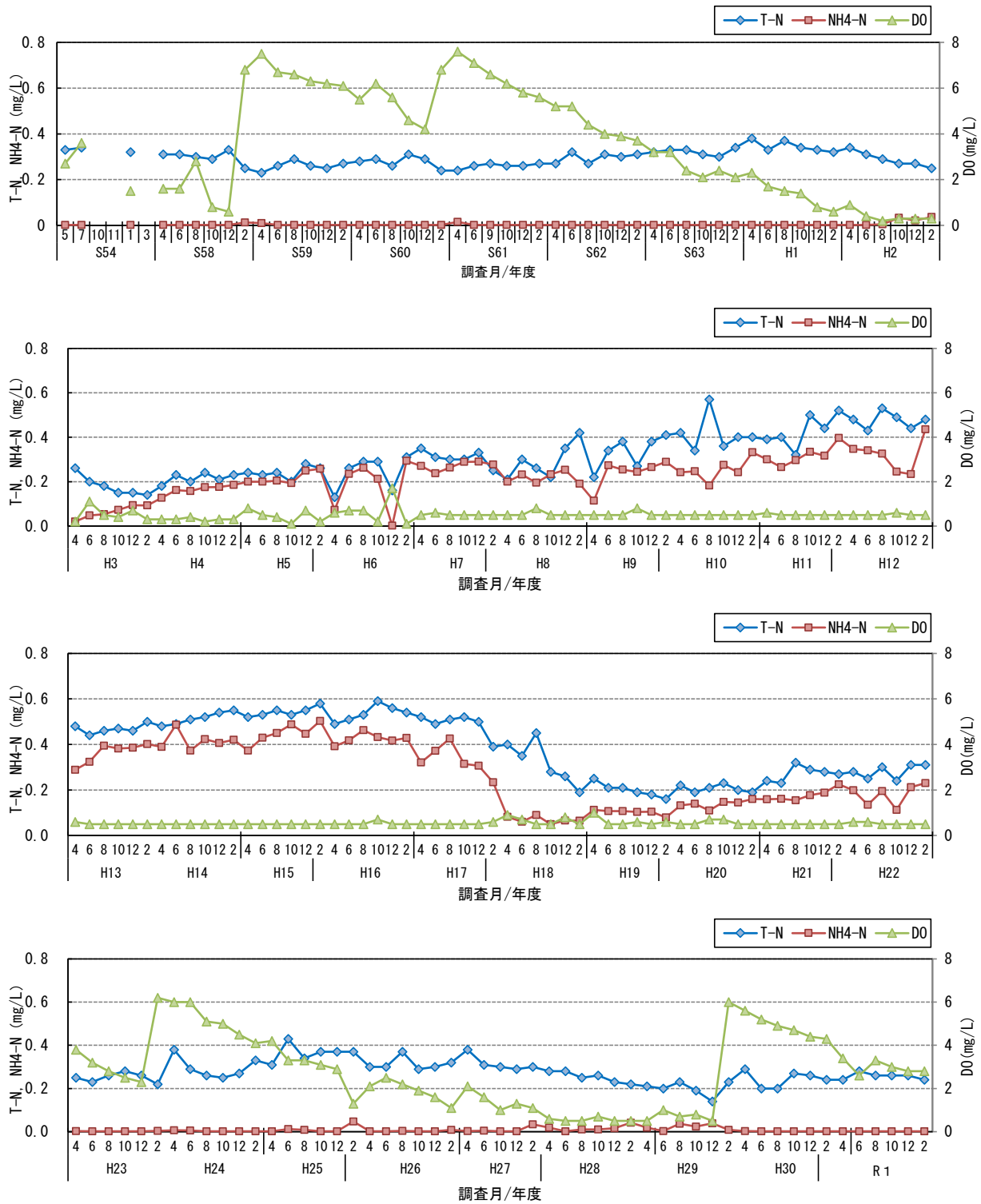


図 VI-26 基準点 2 の底層 (200m) の全窒素 (T-N) , NH<sub>4</sub>-N 及び DO の推移



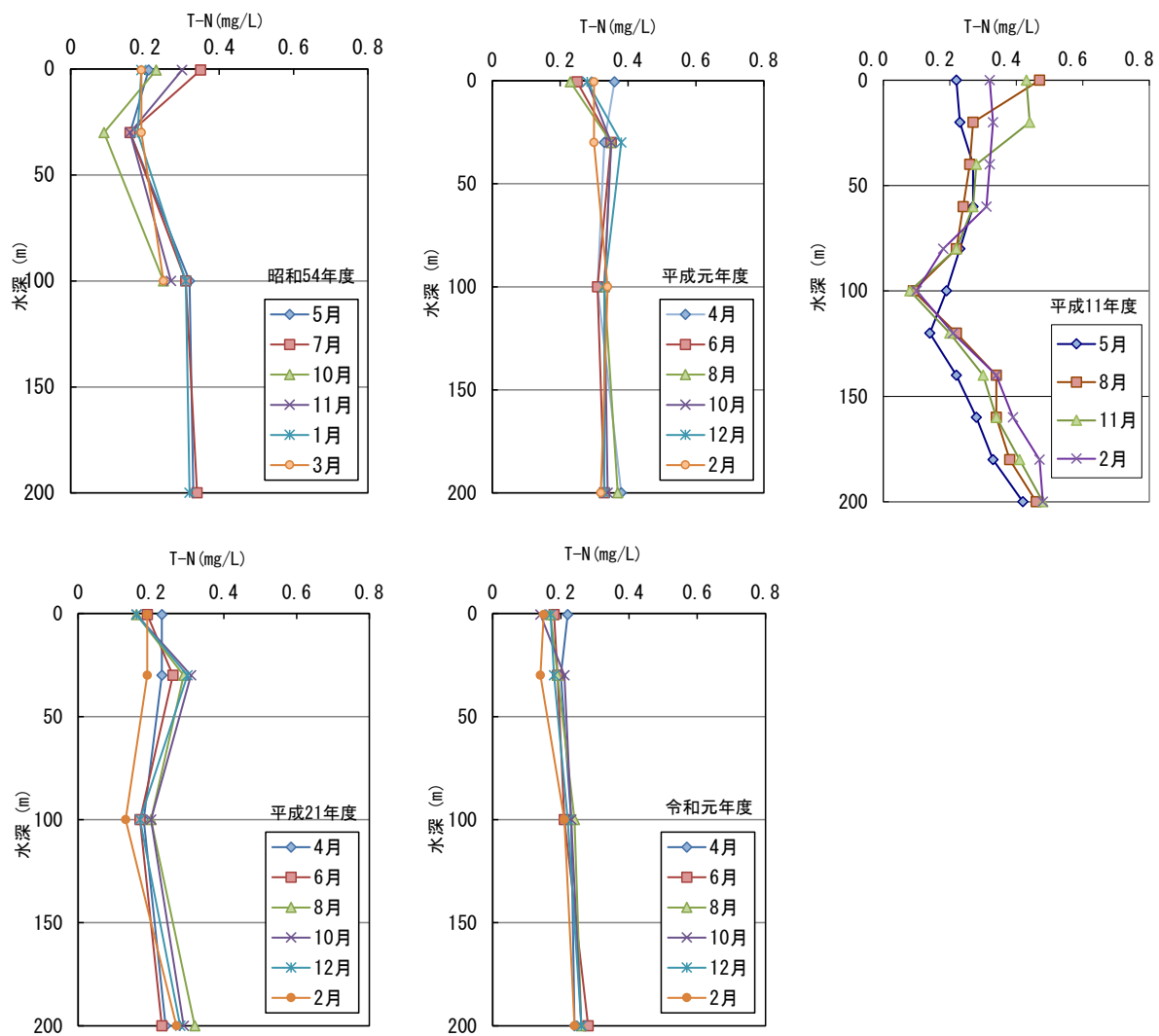


図 VI-27 全窒素 (T-N) の鉛直分布 (基準点 2)

カ 全りん (T-P)

(7) 水質環境保全目標の達成状況

a 現況表層年平均値

全りん (T-P) の水質環境保全目標の評価方法は各基準点における表層年平均値となっている。基準点 1~3 の表層年平均値を表 VI-3 に示した。

令和元年度の表層年平均値は、全基準点で 0.004 mg/L であり、水質環境保全目標 (0.01mg/L 以下) を達成している。

b 表層年平均値の推移

基準点 1~3 の表層年平均値の推移を図 VI-28 に示す。第 4 期計画以降 (平成 23 年度以降), 顕著な濃度変化はみられず, 水質環境保全目標を下回る 0.003 ~0.005mg/L の範囲で推移している。

表 VI-3 基準点 1~3 の全りん (T-P) 年平均値の推移

年度	第 1 期計画							
	S58	S59	S60	S61	S62	S63	H1	H2
基準点 1	0.008	0.005	0.004	0.005	0.006	0.007	0.007	0.008
基準点 2	0.007	0.005	0.004	0.006	0.006	0.007	0.007	0.009
基準点 3	0.007	0.005	0.004	0.005	0.006	0.007	0.007	0.009

年度	第 2 期計画									
	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
基準点 1	0.010	0.009	0.009	0.005	0.006	0.006	0.005	0.006	0.005	0.006
基準点 2	0.010	0.009	0.009	0.005	0.005	0.006	0.005	0.005	0.006	0.006
基準点 3	0.009	0.010	0.010	0.006	0.006	0.006	0.004	0.006	0.006	0.005

年度	第 3 期計画									
	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22
基準点 1	0.006	0.005	0.006	0.004	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.007
基準点 2	0.005	0.006	0.006	0.004	0.007	0.006	0.005	0.003	0.004	0.007
基準点 3	0.006	0.005	0.006	0.004	0.006	0.004	0.005	0.004	0.004	0.007

年度	第 4 期計画									水質環境保全目標
	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	
基準点 1	0.005	0.004	0.003	0.004	0.003	0.004	0.004	0.003	0.004	0.01mg/L 以下
基準点 2	0.005	0.004	0.003	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	
基準点 3	0.005	0.004	0.003	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	

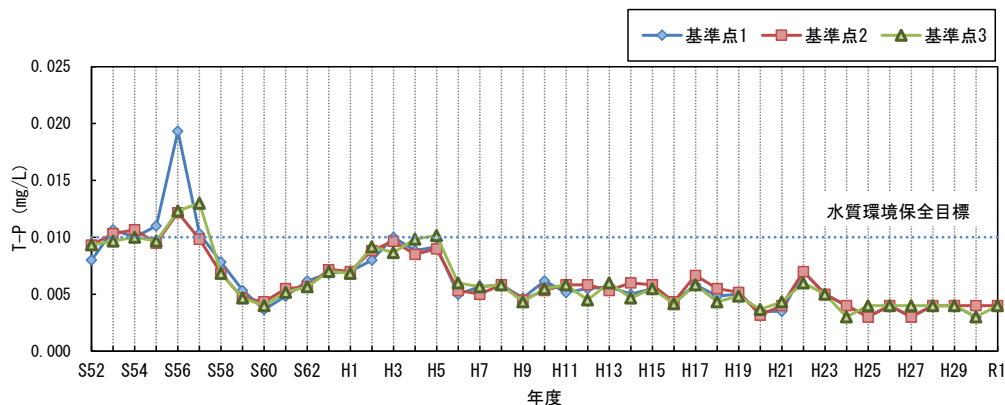


図 VI-28 基準点 1~3 の全りん (T-P) 年平均値の推移

(イ) 層別濃度の推移

基準点 2 の全りん（T-P）の年平均値の推移を図 VI-29 に示す。表層（0.5m）は昭和 53～57 年度に 0.01mg/L 以上を示したが、それ以降は 0.01mg/L 以下で推移している。中層（30m）、下層（100m）は概ね 0.005mg/L 以下で横ばいで推移している。底層（200m）は、平成 3 年度まではほぼ一定の低い値で推移していたが、平成 3 年度以降急激な増加傾向を示し、平成 16 年度は 0.07mg/L を超える高濃度となった。しかし、平成 18 年 2 月の表層から下層に及ぶ湖水循環の影響を受けて、平成 18 年度は 0.006mg/L と急激に減少し、その後、平成 3 年度以降と同様な上昇傾向を示したが、平成 23 年 2 月の全層循環により平成 23 年度は 0.005mg/L と急激に減少した。平成 23 年度以降は全層がほぼ同じ濃度で推移しており、令和元年度は図 VI-31 に示すように、底層が急激に濃度上昇した平成 3 年度以前と同様の鉛直分布となっている。

底層の全りん濃度は、底泥からの溶出による濃度上昇と、表層から下層及び底層に及ぶ湖水循環による濃度低下の影響を受けたものであると考えられる。

なお、基準点 2 の全りんの推移は図 VI-30 に示すとおりである。

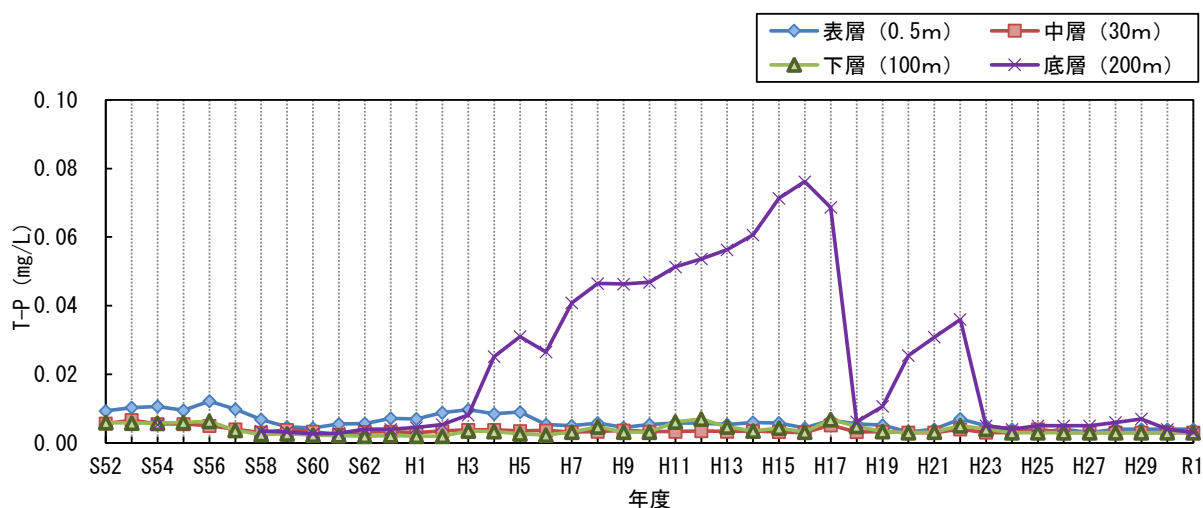


図 VI-29 基準点 2 の全りん（T-P）の年平均値の推移

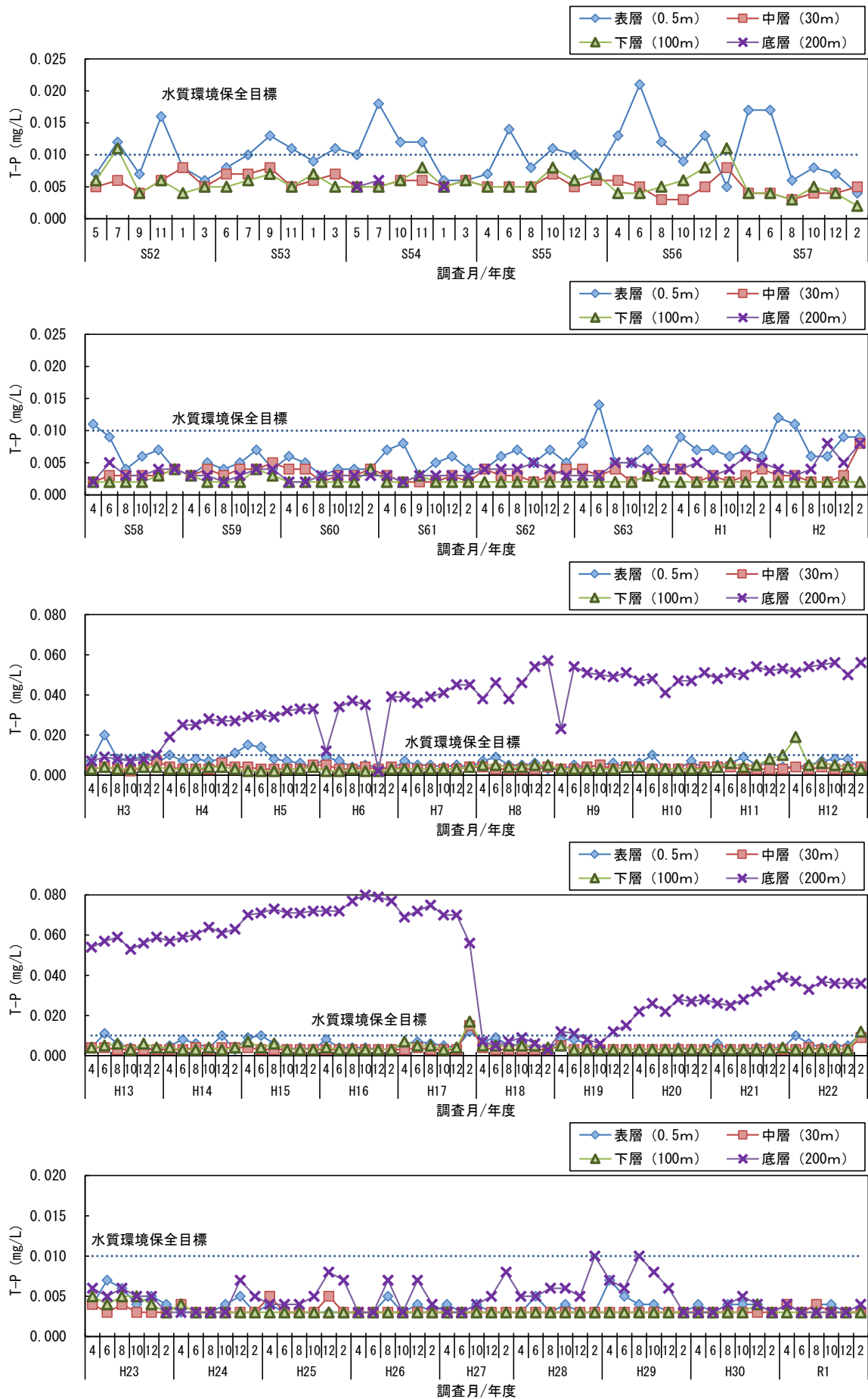


図 VI-30 基準点 2 の全りん (T-P) の推移

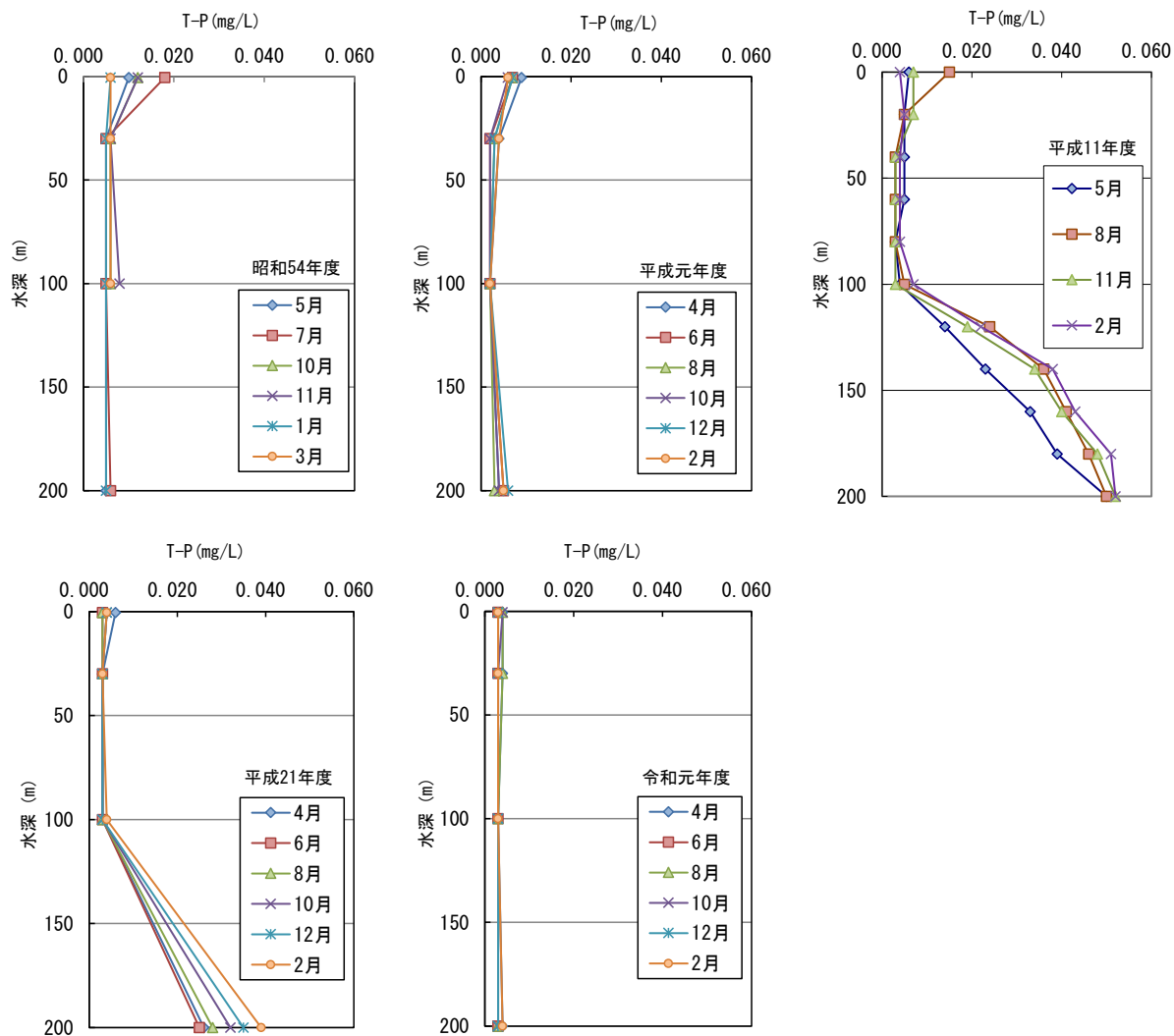


図 VI-31 全りん (T-P) の鉛直分布 (基準点 2)

キ N/P 比

図 VI-32 に示す基準点 2 の N/P 比<sup>注)</sup> の推移をみると、表層 (0.5m) はほぼ 20 を超えており、令和元年度の平均では 50 となっていることから、池田湖では全りん (T-P) が植物プランクトンの制限因子となっていると考えられる。

池田湖では、全窒素 (T-N) は水質環境保全目標 (0.2mg/L) を下回り推移しているが、全りんが植物プランクトンの制限因子として働いていると考えられることから、今後、全窒素が低下せず全りんが上昇した場合、赤潮の発生も懸念される。

注) N/P 比とは全窒素と全りんの濃度比である。植物プランクトンの増殖には、全窒素・全りんがバランスよく必要であり、一般的に N/P 比 10 以下を T-N 制限 (全窒素が増加すれば植物プランクトンの増殖が起こりやすい)、20~25 以上を T-P 制限 (全りんが増加すれば植物プランクトンの増殖が起こりやすい) という。

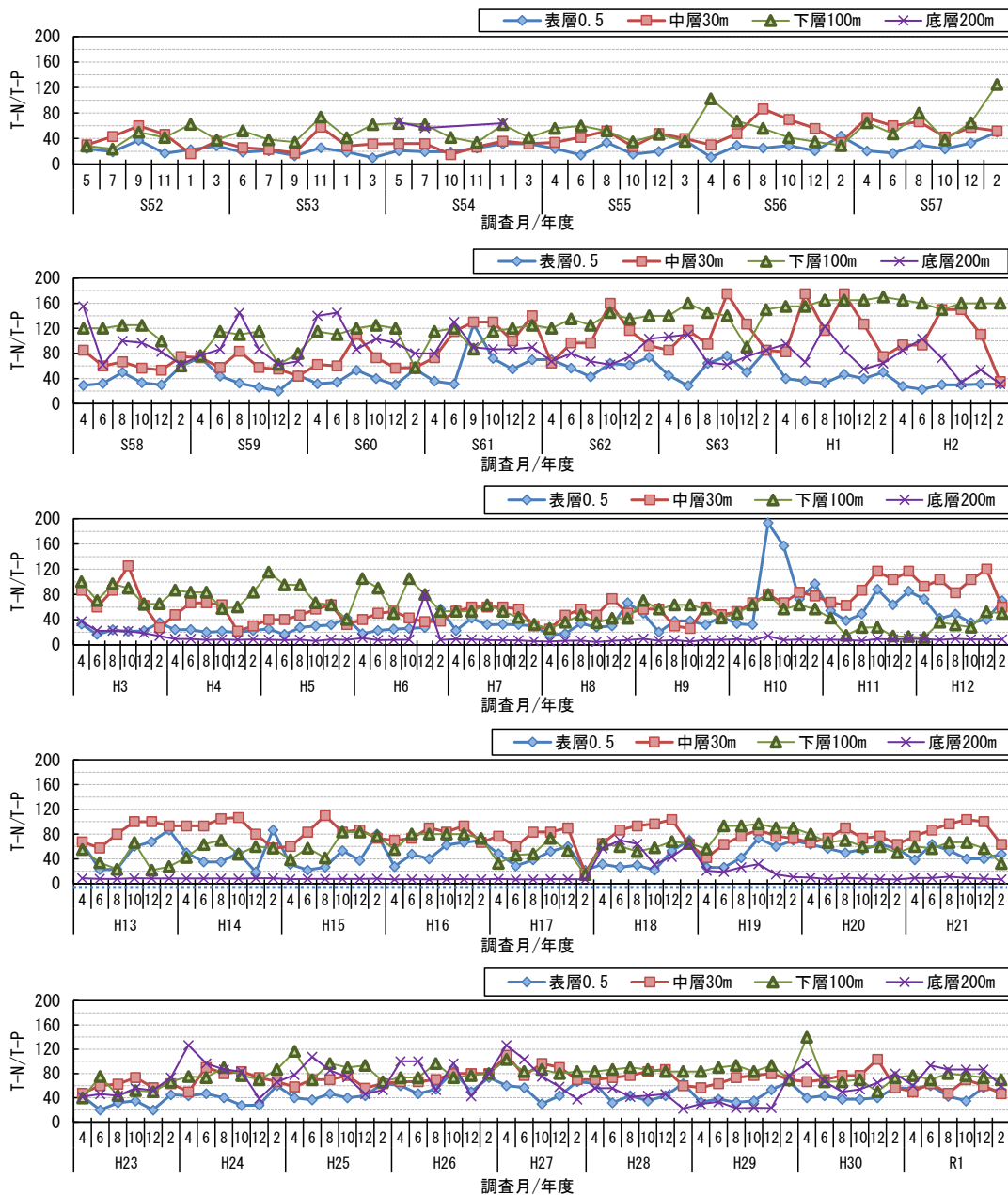


図 VI-32 基準点 2 の N/P 比の推移

ク 水素イオン濃度（pH）

図 VI-33 に示す基準点 2 の pH は、表層（0.5m）は植物プランクトンの影響を受けて春季や夏季に高く、冬季に低くなる季節的な変化を繰り返しながら、7.0～9.5 の範囲で推移している。中層（30m）は 6.5～8.0、下層（100m）は 6.5～7.5、底層（200m）は 6.5～7.5 の範囲にあり、季節変化も表層ほど明確でなく、ほぼ一定で推移している。

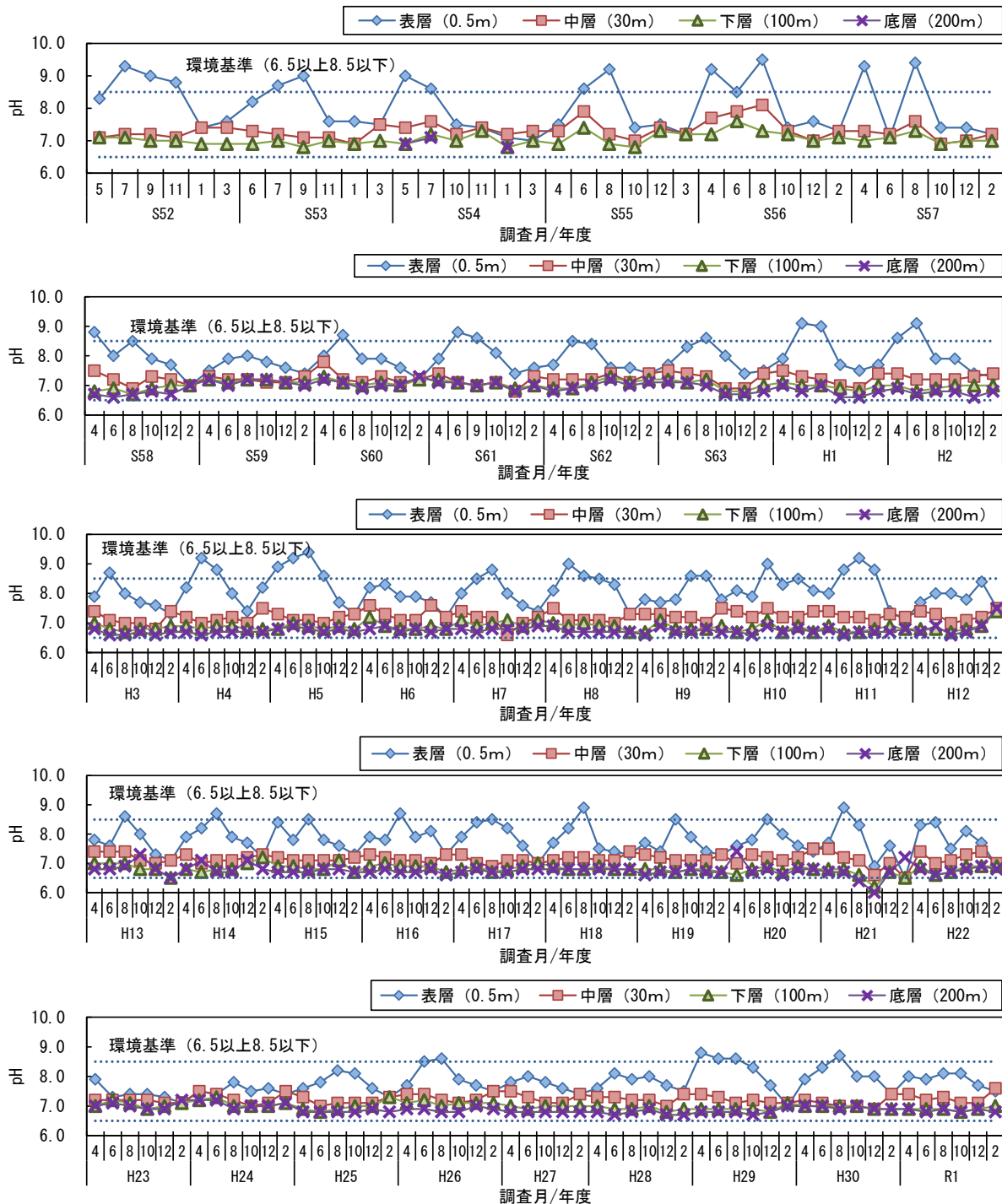


図 VI-33 基準点 2 の pH の推移



ケ 浮遊物質 (SS)

図 VI-34 に示す基準点 2 の SS 濃度の推移をみると、表層は平成 5 年 4 月に環境基準を達成していないものの、その他は達成している。平成 23 年度以降は全層について、ほぼ 1mg/L 以下の低い値である。

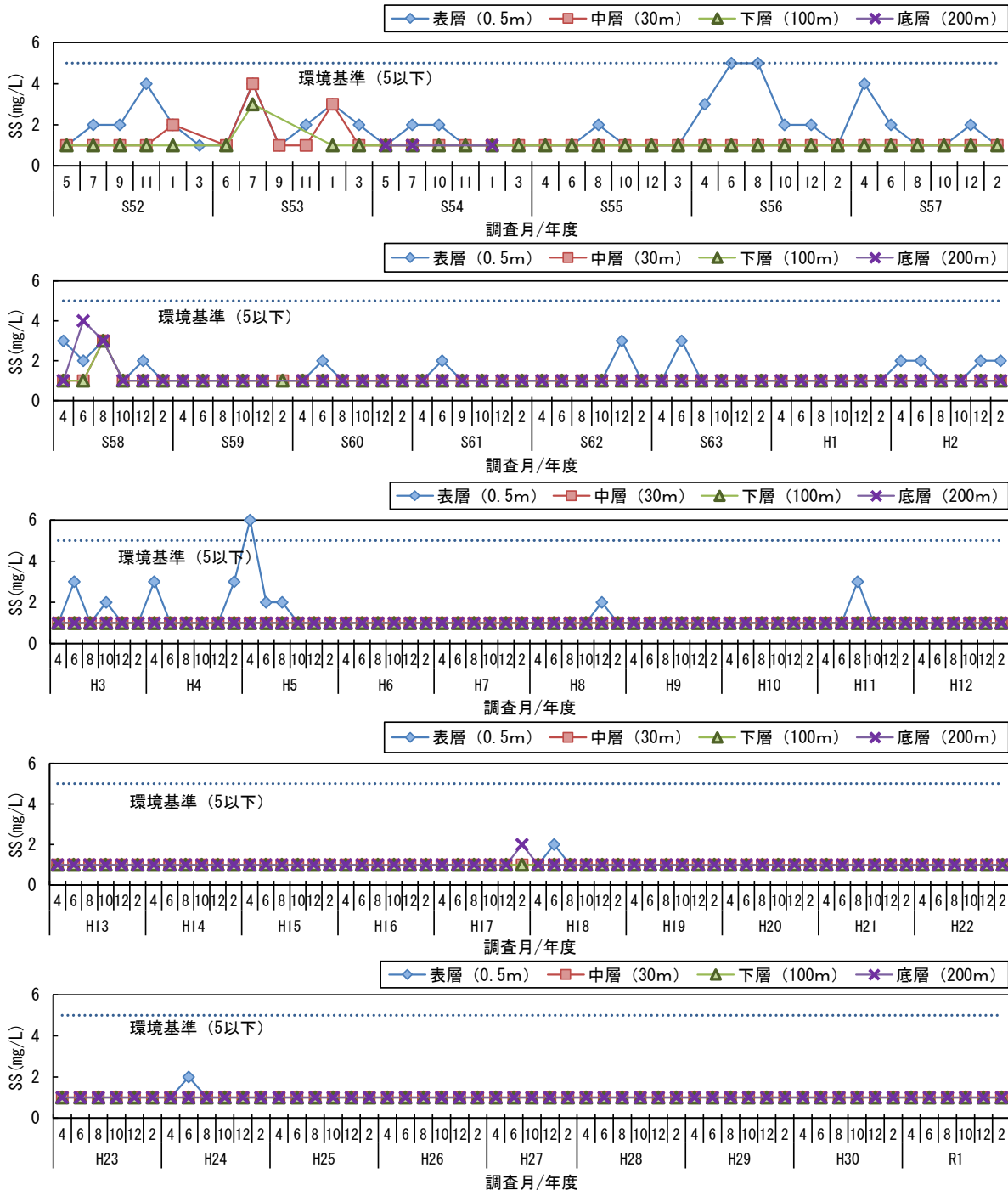


図 VI-34 基準点 2 の SS の推移

コ クロロフィル a

図 VI-35 に示す基準点 2 のクロロフィル a<sup>注)</sup> の推移をみると、表層（0.5m）の季節的な変化は、水温等の影響により 4, 6 月, 又は 12 月頃に高くなる傾向を示している。クロロフィル a は植物プランクトンの相対的な量を示すものであるが、クロロフィル a の高かった時期と、表 VI-5 に示す赤潮の確認日（昭和 56, 57 年, 平成 3~5 年）とほぼ一致している。

注) クロロフィル a は、植物プランクトン等に含まれる葉緑素系色素の一つである。水中のクロロフィル a を測定することにより、植物プランクトンの相対的な量を推定できる。

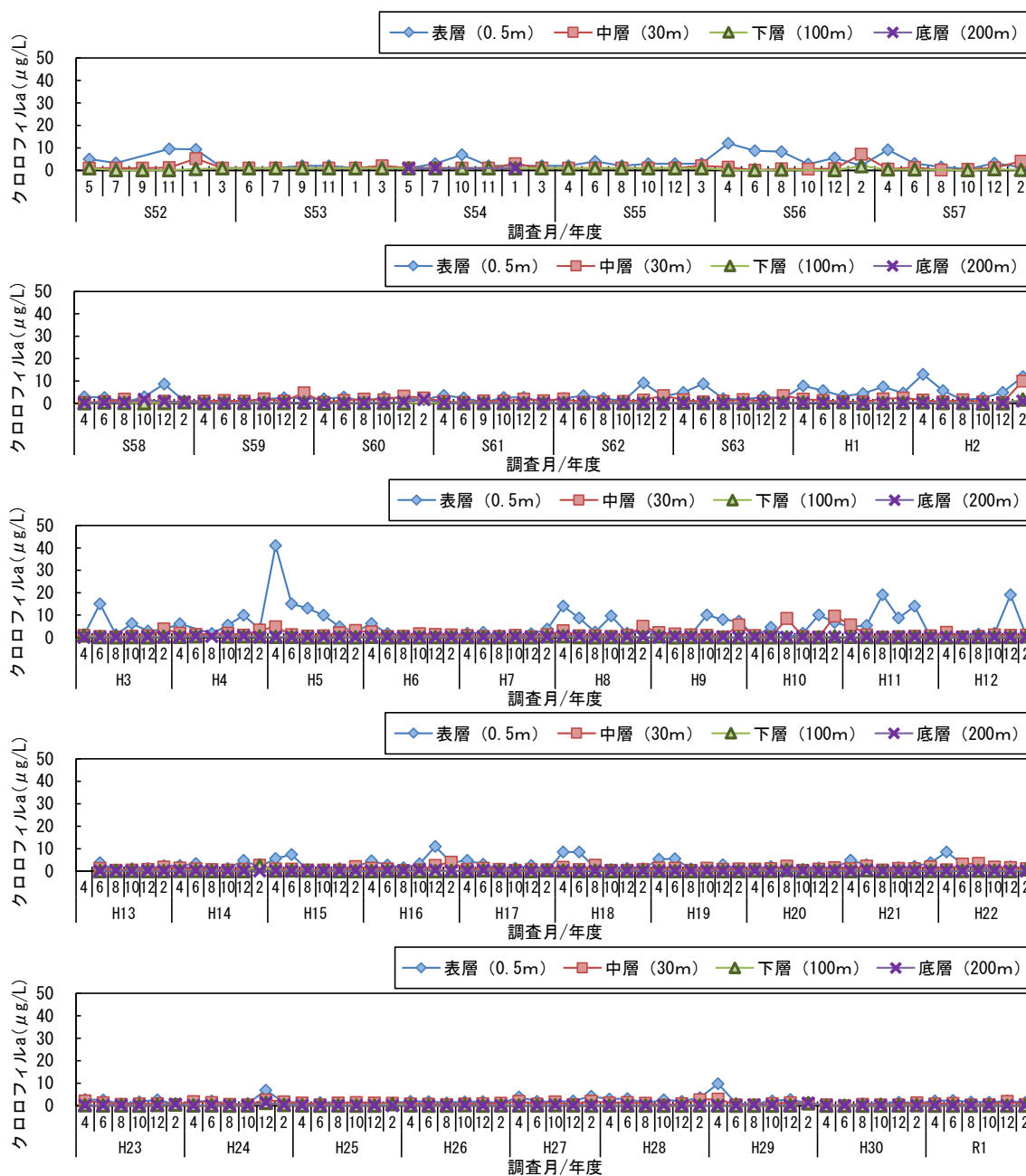
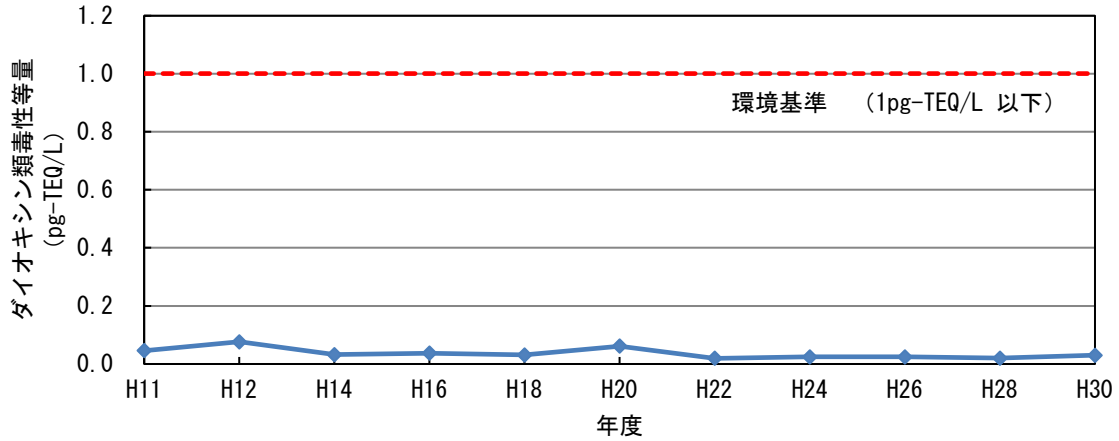


図 VI-35 基準点 2 のクロロフィル a の推移

サ ダイオキシン類

基準点 2 で行ったダイオキシン類の調査結果は、ダイオキシン類対策特別措置法に基づくダイオキシン類による水質の汚濁に係る環境基準を達成している。



備考：ポリ塩化ジベンゾ-パラ-ジオキシン及びポリ塩化ジベンゾフランにコプラナー-PCB を含めて「ダイオキシン類」という。

：毒性等量の算出の際の定量下限未満の数値の取り扱いについては、定量下限未満検出下限以上の数値はそのままその値を用い、検出下限未満の数値は検出下限の 1/2 の値を用いて各異性体の毒性等量を算出した。

：毒性等価係数は平成 11 年度から平成 19 年度は WHO-TEF(1998)、平成 20 年度以後は WHO-TEF(2006)を用いている。

図 VI-36 ダイオキシン類毒性等量の推移

(2) プランクトンの状況

ア 植物プランクトン

(7) 植物プランクトンの状況

令和2年度は、基準点1～3及び監視点イ～ハの6地点・表層（水面下0.5m）で調査を行った。6地点の合計出現種数は春季（20種）、夏季（44種）、秋季（44種）、冬季（33種）であった。出現細胞数は、各地点で132,480～5,527,120細胞/Lの範囲にあり、全地点で夏季に最大値を示した。網別の細胞数組成は、春季はクリプト藻綱、夏季、秋季、冬季は藍藻綱の占める割合が高かった。

各月の優占種は、春季は全地点でクリプト藻綱、夏季は全地点で藍藻綱の *Chroococcus* 属の一種、秋季は藍藻綱の *Chroococcus* 属の一種と緑藻綱の *Scenedesmus* 属、冬季は再び全地点で藍藻綱の *Chroococcus* 属の一種であった。

平成元年度は、アオコ原因種である *Mycrocystis aeruginosa*、淡水赤潮原因種である *Peridinium* 属の一種等が優占上位種であるが、平成11年度は、*Staurastrum lunatum*、*Cyclotella* 属等、平成22年度は、主に数種の緑藻類と *Chroococcus* 属が優占上位種であった。令和2年度は、春季はクリプト藻綱と *Chlamydomonas* 属（緑藻綱）、夏季から冬季は主に *Chroococcus* 属（藍藻綱）が優占しており、秋季・冬季に藍藻綱が優占する傾向が継続している。平成11年以降は、アオコや淡水赤潮の原因種が優占種にならなくなっている（表 VI-4 参照）。

なお、令和2年度は、4季を通じて *Mycrocystis aeruginosa* 等のアオコ原因種は確認されなかった。淡水赤潮原因種となる *Ceratium hirundinella*、*Peridinium bipes* f. *occultatum*、*Peridinium cunningtonii* は確認されたが、その細胞数は80～37,760細胞/Lと少なかった。

表 VI-4 既存文献及び現地調査による植物プランクトン優占上位種一覧

調査年度/ 調査時季	平成元年度	平成11年度	平成22年度	令和2年度
春季		不明種	<i>Oocystis</i> 属（緑藻） Chlorococcales（緑藻） <i>Fragilaria crotonensis</i> （珪藻） <i>Chlamydomonas</i> 属（緑藻）	Cryptomonadaceae（クリプト藻） <i>Chlamydomonas</i> 属（緑藻）
夏季	<i>Mycrocystis aeruginosa</i> （藍藻） <i>Peridinium</i> 属の一種（渦鞭） <i>Melosira varians</i> （珪藻） <i>Fragilaria crotonensis</i> （珪藻）	<i>Staurastrum lunatum</i> （緑藻）	<i>Coelastrum cambricum</i> （緑藻） <i>Sphaerocystis schroeteri</i> （緑藻）	<i>Chroococcus</i> 属の一種（藍藻）
秋季	<i>Mycrocystis aeruginosa</i> （藍藻） <i>Fragilaria crotonensis</i> （珪藻） <i>Staurastrum dejectum</i> （緑藻）	<i>Cyclotella</i> 属（珪藻） <i>Staurastrum lunatum</i> （緑藻）	<i>Chroococcus</i> 属（藍藻） <i>Chroococcus minutus</i> （藍藻） <i>Oocystis</i> 属（緑藻）	<i>Chroococcus</i> 属の一種（藍藻） <i>Scenedesmus</i> 属の一種（緑藻）
冬季	<i>Peridinium</i> 属の一種（渦鞭） <i>Fragilaria crotonensis</i> （珪藻）	<i>Cyclotella</i> 属（珪藻） <i>Scenedesmus ecornis</i> （緑藻） <i>Golenkinia</i> 属の一種（緑藻） 不明種	<i>Chroococcus</i> 属（藍藻）	<i>Chroococcus</i> 属の一種（藍藻） <i>Cyclotella</i> 属（珪藻）

各年度の調査は、以下のように季節区分した。

平成元年度 春季：なし、夏季：7月・8月、秋季：11月、冬季：2月

平成11年度 春季：5月、夏季：8月、秋季：11月、冬季：2月

平成22年度 春季：6月、夏季：8月、秋季：10月、冬季：12月

令和2年度 春季：5月、夏季：8月、秋季：10月、冬季：12月

<優占種の選定方法>

平成元年度の既存文献では種別細胞数が不明であったため、資料表で◎「特に多く検出された」が付いた種を選定した。

平成11年、22年、令和2年度の優占種は、全地点の合計細胞数の割合が10%以上の種を選定した。

<既存文献>

平成元年度：第2期池田湖水質環境管理計画（鹿児島県，1991）

平成11年度：第3期池田湖水質環境管理計画（鹿児島県，1999）

平成22年度：第4期池田湖水質環境管理計画（鹿児島県，2010）

## (イ) 赤潮発生状況

池田湖での赤潮発生は、平成 5 年 4 月以降確認されていない (表 VI-5 参照)。

図 VI-37 に示す赤潮確認日と全窒素 (T-N) ・全りん (T-P) 表層濃度<sup>注)</sup>の推移をみると、池田湖では昭和 56~57 年、平成 3~5 年の春季及び秋季に多く赤潮が確認されている。赤潮確認日及びその前後の全りんは 0.01mg/L を超える値がみられ、それ以外は昭和 55 年以前を除くと 0.01mg/L をほぼ下回っている。全窒素については確認日以外でも、昭和 61 年度~平成元年度や平成 10~18 年度に高い値がみられるが赤潮の発生はないため、N/P 比の項 (p.73) でも示したが全りんが制限因子となっていると考えられる。平成 10~18 年度の表層の全りん濃度は 0.01mg/L 以下の低い値であるが、底層 (200m) の濃度は底泥からの溶出により約 0.05~0.07mg/L と非常に高く、冬季に表層水温が低下し表層から底層に及ぶ湖水循環が発現した場合、高濃度の全りんが表層へ供給されると考えられ、赤潮の発生など水質悪化が懸念される。

注) 植物プランクトンの増殖を促進する物質としては、鉄やマンガンなどの微量金属や、ビタミン B<sub>1</sub>、B<sub>12</sub>、ピチオンなどの水溶性ビタミン類などもあるが、ここではその代表的な物質であると考えられる窒素とりんを取り上げ、赤潮確認日と対比した。

表 VI-5 赤潮確認日

確認日	プランクトンの種類
昭和 56 年 4~5 月	<i>Fragilaria</i> 属, <i>Peridinium</i> 属
昭和 57 年 4 月上旬~5 月上旬	<i>Peridinium</i> 属
平成 3 年 10 月 3 日	<i>Eudorina</i> 属, <i>Oscillatoria</i> 属
平成 4 年 4 月 21 日	<i>Ceratium</i> 属, <i>Peridinium</i> 属, <i>Eudorina</i> 属, <i>Oscillatoria</i> 属
平成 4 年 5 月 21 日	<i>Peridinium</i> 属, <i>Eudorina</i> 属, <i>Ceratium</i> 属
平成 4 年 7 月 20 日	<i>Eudorina</i> 属, <i>Mycrocystis</i> 属, <i>Aphanocapsa</i> 属
平成 4 年 8 月 26 日	不明
平成 4 年 9 月 2 日	不明
平成 5 年 4 月 19 日	不明

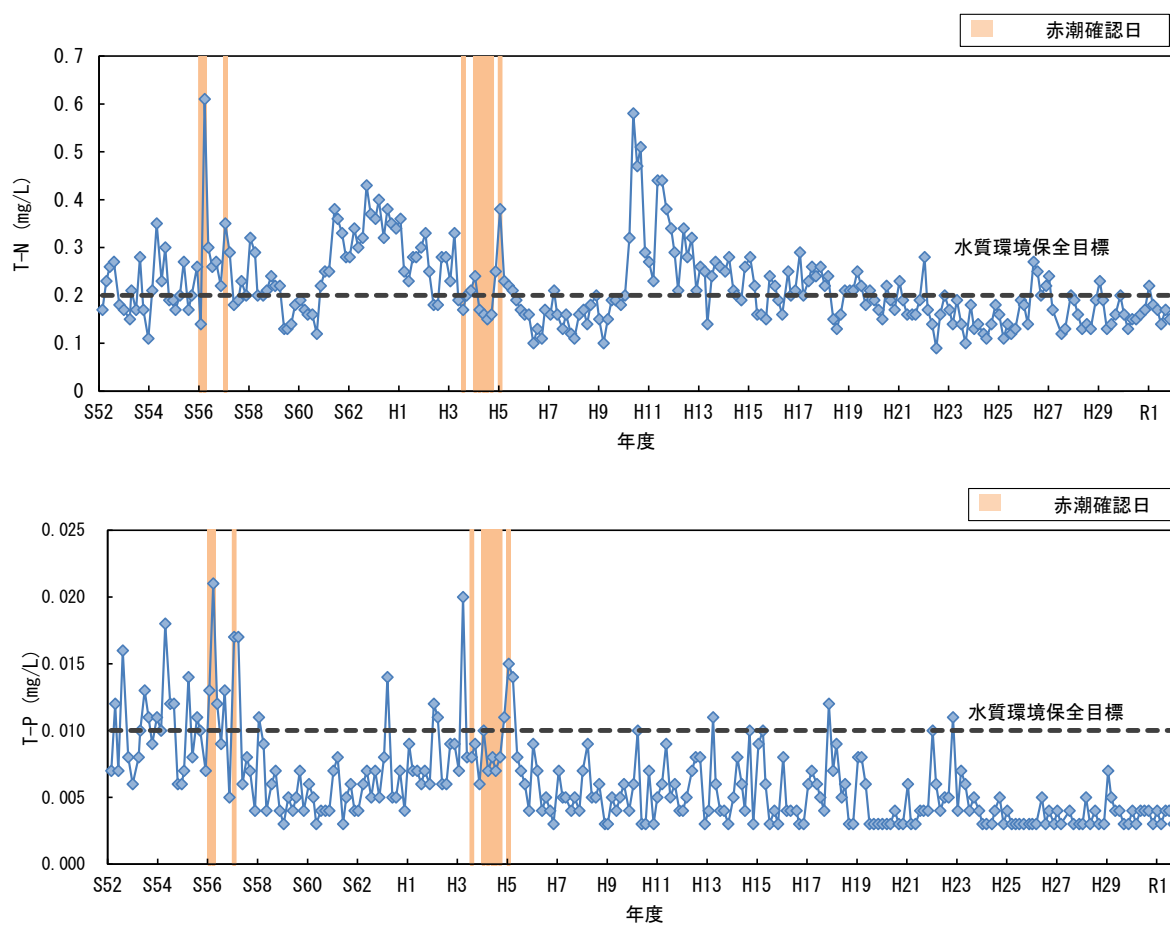


図 VI-37 赤潮確認日と全窒素 (T-N) ・全りん (T-P) の推移

※全窒素 (T-N) , 全りん (T-P) は基準点 2 の表層

イ 動物プランクトン

令和 2 年度は、基準点 1~3 及び監視点イ~ハの 6 地点で調査を行った (資料編 2 (2)参照)。6 地点の合計出現種数は春季 (16 種)、夏季 (21 種)、秋季 (22 種)、冬季 (15 種) であった。出現個体数は各地点で 5,665~41,572 個体/m<sup>3</sup> の範囲にあり、基準点 2 と監視点イで春季、基準点 1 と監視点ロで秋季、基準点 3 と監視点ハで冬季に最大値を示した。門別の個体数組成は、4 季を通じて節足動物門の占める割合が高かったが、春季は輪形動物門の割合も高かった。

各月の優占種は、春季は輪形動物門の *Asplanchna herricki* と節足動物門の *Bosmina longirostris* (ゾウミジンコ)、夏季は節足動物門の Copepoda (nauplius) (カイアシ亜綱のノープリウス幼生)、秋季は節足動物門の Cyclopoida (adult) (キクロプス目の成体)、Cyclopoida (copepodid) (キクロプス目のコペポダイト幼生) と *Diaphanosoma brachyurum*、冬季は節足動物門の *Bosmina longirostris*、*Daphnia galeata*、Cyclopoida (copepodid) (キクロプス目のコペポダイト幼生) であった。

過去の調査結果と比較すると、優占上位種は年・季節ごとに異なるものの、節足動物 (ミジンコ類) の *Bosmina longirostris*、*Diaphanosoma brachyurum* は共通して出現した。優占種となる分類群は、概ね節足動物・輪形動物の頻度が高いものの、平成 11 年度、平成 22 年度は、季節によって繊毛虫や肉質鞭毛虫も優占種となっていた。令和 2 年度は、春季を除き節足動物が優占し、中でもカイアシ亜綱の幼生 (Copepoda (nauplius)、Cyclopoida (copepodid) 等) が多かった (表 VI-6 参照)。

表 VI-6 既存文献及び現地調査による動物プランクトン優占上位種一覧

調査年度/ 調査時季	平成元年度	平成11年度	平成22年度	令和2年度
春季		<i>Asplanchna priodonta</i> (輪形) <i>Conochilus unicornis</i> (輪形) <i>Epistylis</i> 属の一種 (繊毛) <i>Euplotes</i> 属の一種 (繊毛)	<i>Bosmina longirostris</i> (節足) <i>Conochiloides coenobass</i> (輪形) <i>Ciliophora</i> (繊毛)	<i>Bosmina longirostris</i> (節足) <i>Asplanchna herricki</i> (輪形)
夏季	<i>Trichocerca cylindrica</i> (輪形) <i>Bosmina longirostris</i> (節足) Copepoda (nauplius) (節足)	<i>Eodiaptomus japonicus</i> (節足) <i>Ceriodaphnia pulchella</i> (節足) <i>Diaphanosoma brachyurum</i> (節足)	Calanoida (copepodid) (節足) <i>Trichodina</i> sp. <i>Bosmina longirostris</i> (節足) Copepoda (nauplius) (節足)	Copepoda (nauplius) (節足) <i>Eodiaptomus japonicus</i> (節足) Calanoida (copepodid) (節足)
秋季	<i>Polyarthra trigla</i> (輪形) <i>Trichocerca cylindrica</i> (輪形) <i>Bosmina longirostris</i> (節足)	Heterotrichida (繊毛) <i>Diaphanosoma brachyurum</i> (節足)	<i>Raphidiophrys</i> 属の一種 (肉鞭) <i>Bosmina longirostris</i> (節足) Copepoda (nauplius) (節足)	Cyclopoida (copepodid) (節足) <i>Diaphanosoma brachyurum</i> (節足) Calanoida (copepodid) (節足) <i>Bosmina longirostris</i> (節足) <i>Ceriodaphnia pulchella</i> (節足)
冬季	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (節足) <i>Mesocyclops leuckarti</i> (節足)	<i>Asplanchna priodonta</i> (輪形)	Cyclopoida (copepodid) (節足) Copepoda (nauplius) (節足) <i>Diaphanosoma brachyurum</i> (節足) <i>Raphidiophrys</i> 属の一種 (肉鞭)	<i>Daphnia galeata</i> (節足) <i>Bosmina longirostris</i> (節足) Cyclopoida (copepodid) (節足)

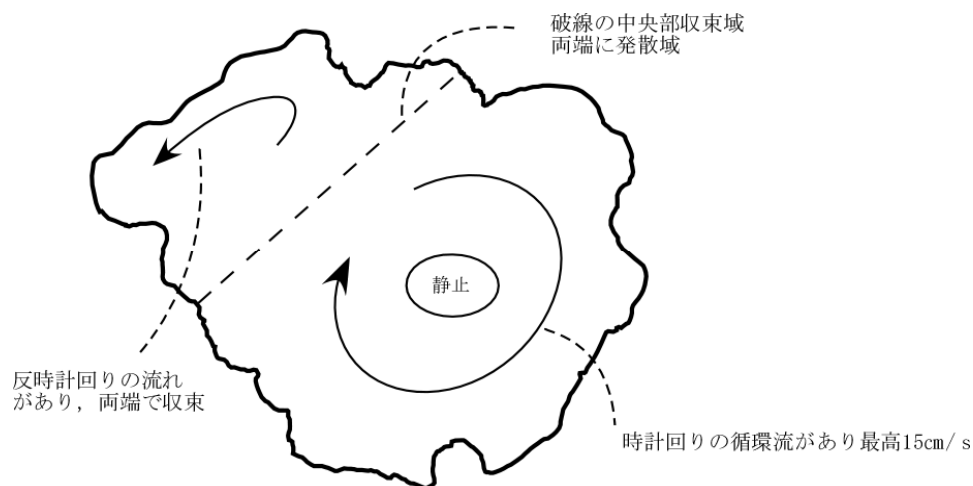
(節足) : 節足動物門、(輪形) : 輪形動物門、(繊毛) : 繊毛虫門、(肉鞭) : 肉質鞭毛虫門を示す。  
各年度の調査は、以下のように季節区分した。  
平成元年度 春季：なし、夏季：7月・8月、秋季：11月、冬季：2月  
平成11年度 春季：5月、夏季：8月、秋季：11月、冬季：2月  
平成22年度 春季：6月、夏季：8月、秋季：10月、冬季：12月  
令和2年度 春季：5月、夏季：8月、秋季：10月、冬季：12月  
<優占種の選定方法>  
平成元年度の既存文献では種別個体数が不明であったため、資料表で◎「特に多く検出された」が付いた種を選定した。  
平成11年、22年、令和2年度の優占種は、全地点の合計個体数の割合が10%以上の種を選定した。  
<既存文献>  
平成元年度：第2期池田湖水質環境管理計画 (鹿児島県, 1991)  
平成11年度：第3期池田湖水質環境管理計画 (鹿児島県, 1999)  
平成22年度：第4期池田湖水質環境管理計画 (鹿児島県, 2010)



### (3) 湖水流動

#### ア 水平流動

池田湖の湖水流動については，流入河川や流出河川の規模が小さくこれらが湖の流動に与える影響は極めて小さいものと思われ，湖面を吹く風の影響が大きいものと思われる。昭和 40 年度の鹿児島大学が実施した池田湖における湖流に関する調査によれば，水平流動については南東側約 3 分の 2 の部分と北西側約 3 分の 1 とで流動模様が異なっていることが報告されている。



資料：昭和 40 年度鹿児島大学調査

図 VI-38 池田湖の湖水の流動

#### イ 鉛直流動（循環）

基準点 2 における湖水の鉛直方向の流動（循環）については，水温及び DO 濃度の推移（p. 53 及び p. 56）からみると中層（30m）までは毎年，季節的な循環がうかがえる。

底層（200m）に及ぶ循環は昭和 59 年 2 月，昭和 61 年 4 月，平成 23 年 2 月，平成 24 年 2 月，平成 30 年 2 月に観測されている。

(4) 水収支

ア 自然的水収支

池田湖の自然的水収支は，流入水としては湖面へ直接降る雨と集水域に降った雨の表流水あるいは地下水としての流入があり，流出水としては湖面からの蒸発及び湖底からの漏水がある。

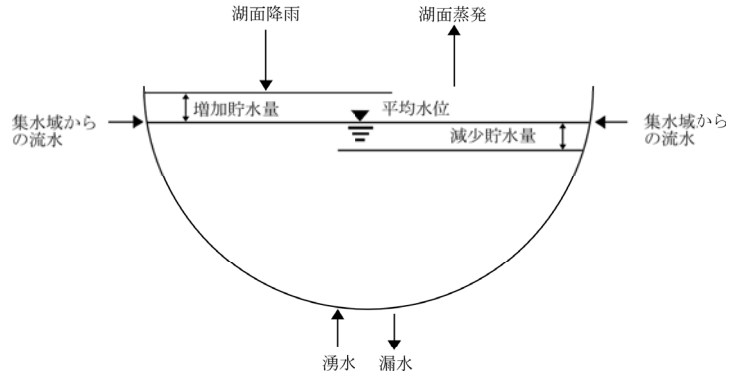


図 VI-39 池田湖の自然的水収支

表 VI-7 池田湖の自然的年平均水収支（昭和 29～55 年調査）

収		支	
湖面への降水量	mm 2,388	湖蒸発量	mm 988
流域からの流入量	1,547	漏水量	2,155
(計)	3,935	(計)	3,143

備考：表中の mm は流入量と流出量による湖面の上昇水位と下降水位を表し，池田湖においては，1,000mm の変化は水量にして約 1,000 万 m<sup>3</sup>となる。

資料：池田湖水収支調査委託事業報告書（鹿児島県，昭和 55 年）

イ 人為的水収支

人為的水収支としては，南薩畑地かんがい事業による注水・取水が主体となっている。この事業は南九州市穎娃地域を流れる 3 河川から河川水を池田湖へ導入貯水し，池田湖を調整池として活用し，かんがい時に取水することを目的として，昭和 57 年度より注水・取水を実施しているものであり，これまでの実績では流入水としての量が最大 2,500 万 m<sup>3</sup>/年（平成 10 年度），流出水としての取水量が最大 1,219 万 m<sup>3</sup>/年（平成 6 年度）となっている。

池田湖の水位はこれら自然的水収支及び人為的水収支の収支差によって上下しているが，南薩土地改良区では水利権を所持している海拔 62.00～66.00m の範囲内で池田湖の水位を管理しており，取水についても池田湖の水位が管理水位内にあるとき適切に取水することとしている。

(5) 底質の状況

ア COD, 全窒素 (T-N), 全りん (T-P) 等

底質調査地点を図 VI-40 に示す。表 VI-8 及び図 VI-41 に各調査年度における調査地点の平均値, 最小値, 最大値を示した。過去の調査結果と比べると, 全ての項目ではほぼ同レベルであった。

表 VI-9 に示す県内主要湖沼の底質と対比してみると, 池田湖の令和 2 年度の COD, 全窒素, 全りん等はほぼ同レベルであった。

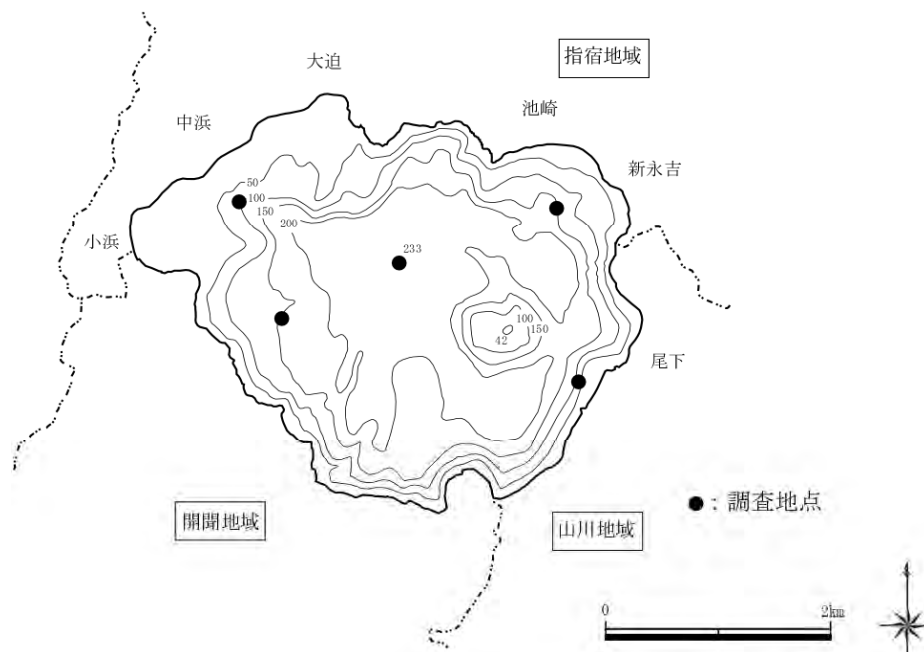


図 VI-40 底質調査地点

表 VI-8 底質調査結果

項目	昭和54年度		平成元年度		平成11年度		平成22年度		令和2年度	
	最小～最大	平均	最小～最大	平均	最小～最大	平均	最小～最大	平均	最小～最大	平均
含水率 (%)	—	—	44.8～67.5	53.0	56.6～68.3	61.5	29.8～55.0	45.6	48.2～68.0	59.5
強熱減量 (%)	6.5～13.0	10.5	6.7～12.0	9.5	8.5～11.0	10.3	2.1～11.0	8.3	6.1～13	11
COD (mgO/g)	11.0～22.6	16.3	21.5～41.0	32.5	34.0～50.0	42.8	8.5～47.0	35.9	23～54	43.4
全窒素 (T-N) (mg/kg)	2,100～4,700	3,400	2,000～5,000	3,260	3,300～4,600	3,840	620～4,200	2,784	2,200～5,500	3,980
全りん (T-P) (mg/kg)	810～1,800	1,200	460～1,980	988	530～1,700	962	300～1,300	836	500～1,400	882
硫化物 (mgS/g)	0.010～0.036	0.017	< 0.01	< 0.01	0.02～0.15	0.05	< 0.01～0.37	0.13	0.02～0.41	0.12
ORP (mV)	—	—	-210～121	—	-182～-84	-130	-167～-112	-140	-210～-65	-115
調査日	昭和54年5月22日		平成元年度9月7日		平成11年11月25、26日		平成22年9月2日		令和2年8月19日	
	昭和54年11月27日		平成元年度11月7日							

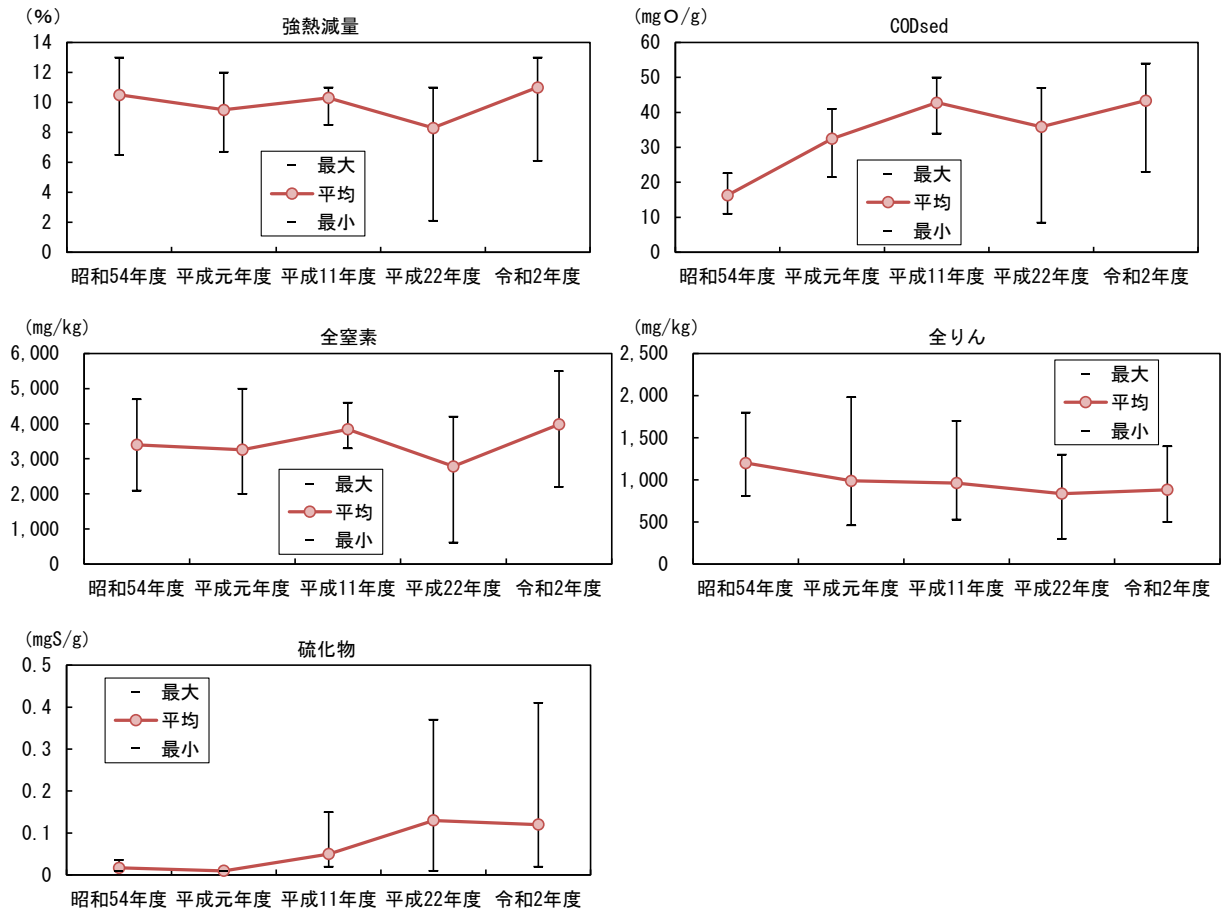


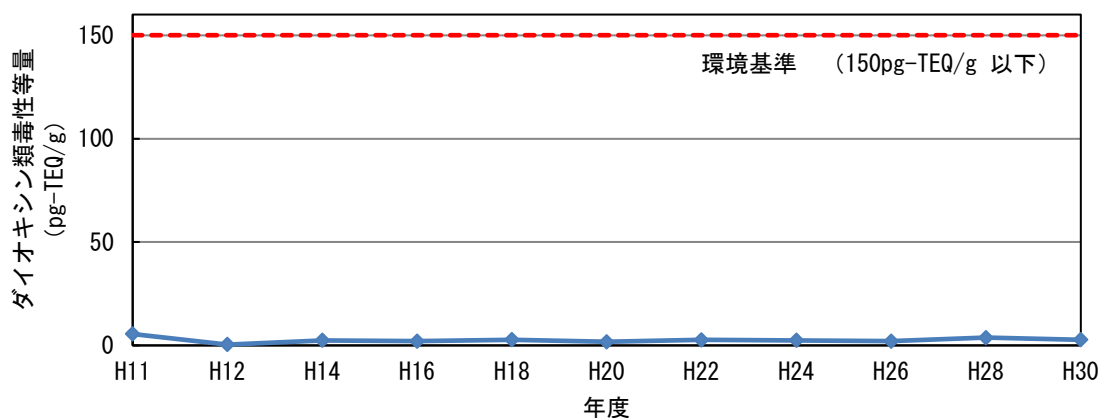
図 VI-41 湖全体の底質の状況

表 VI-9 県内主要湖沼の底質 (昭和 56 年度調査)

湖沼名	面積 (km <sup>2</sup> )	測定水深 (m)	含水率 (%)	強熱減量 (%)	COD (mgO/g)	全窒素 (T-N) (mg/kg)	全りん (T-P) (mg/kg)	硫化物 (mgS/g)
大浪池	0.3	7.7	59.3	24.8	11.4	4,800	770	0.055
藪牟田池	0.6	2.0	84.7	51.7	88.8	14,000	660	0.053
住吉池	0.1	24.0	72.5	14.9	29.3	4,900	850	2.15
中原池	0.1	9.5	65.7	17.3	23.5	5,400	1,100	0.18
鰻池	1.13	23～57	39.9～64.5	4.0～24.5	8.7～29.7	1,200～4,800	370～1,200	0.20～0.79

### イ ダイオキシン類

基準点 2 で行ったダイオキシン類の調査結果は、ダイオキシン類対策特別措置法に基づくダイオキシン類による底質の汚染に係る環境基準を達成している。



備考：ポリ塩化ジベンゾ-パラ-ジオキシン及びポリ塩化ジベンゾフランにコプラナー PCB を含めて「ダイオキシン類」という。  
 ：毒性等量の算出の際の定量下限未満の数値の取り扱いについては、定量下限未満 検出下限以上の数値はそのままその値を用い、検出下限未満の数値は検出下限の 1/2 の値を用いて各異性体の毒性等量を算出した。  
 ：毒性等価係数は平成 11 年度から平成 19 年度は WHO-TEF(1998)、平成 20 年度以後は WHO-TEF(2006)を用いている。

図 VI-42 ダイオキシン類毒性等量の推移

## (6) 池田湖流入・流出河川の水質の状況

池田湖流入・流出河川の調査地点を図 VI-43 に示す。第 1 尾下川，第 2 尾下川，新永吉川，田神川及び大谷川が流入河川であり，新川が流出河川である。



図 VI-43 池田湖流入・流出河川の調査地点

図 VI-44 に COD，全窒素，全りん各河川の調査結果の推移を示した。田神川では，COD 及び全りんは平成 11 年 11 月に高い値を示し，全窒素は平成 11 年 11 月まで高い値で推移していたが，平成 22 年度調査時から現在まで，大谷川を除く他の河川と同じレベルで横ばいで推移している。田神川上流にあったでん粉工場の廃止に伴い，水質が改善したことが主な原因であると考えられる。大谷川は，豊水期のみ流水が観測されるが，全窒素は高い値で推移している。

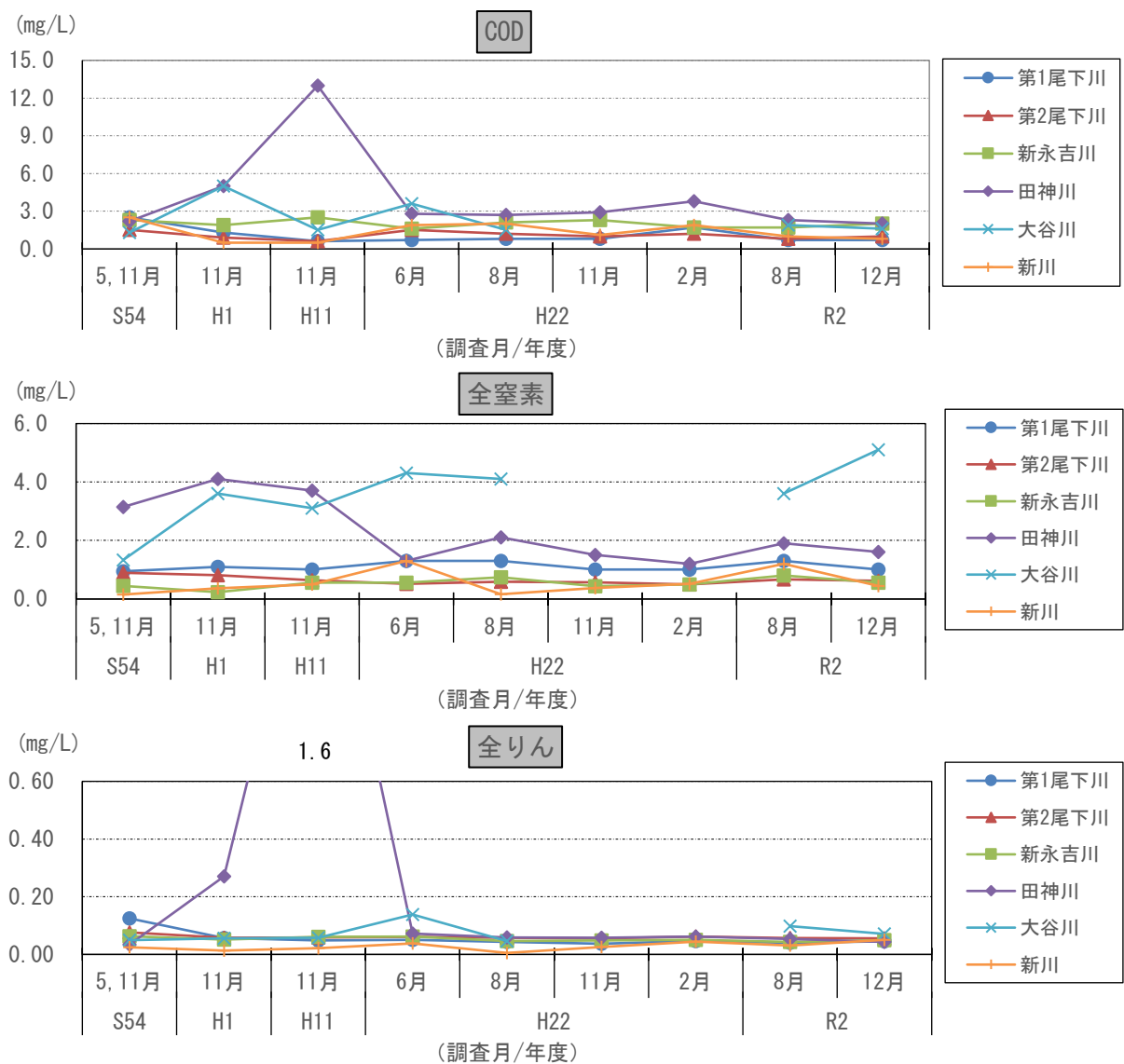


図 VI-44 河川水質調査結果

### 3 汚濁負荷量

#### (1) 負荷源の動向

池田湖の水質汚濁に係る主要な人為的負荷源として、生活系、農畜産系、工場系、水産系及び畑かん注水に区分し負荷源別にその動向の把握を行った。

表 VI-10 負荷源に係る主要フレーム

区分		直接集水域						間接集水域					
		昭和55年	平成元年	平成10年	平成20年	令和元年	令和12年	昭和55年	平成元年	平成10年	平成20年	令和元年	令和12年
人口	定住（人）	1,636	1,407	973	828	758	646	1,789	1,638	1,432	1,274	971	801
	観光（千人/年）	2,875	3,047	3,227	2,705	120	151	-	-	175	62	16	4
畜産	牛（頭）	659	555	482	1,459	355	352	1,356	1,732	2,146	2,243	647	397
	豚（頭）	289	480	578	1,051	800	820	658	180	327	145	193	170
耕地面積（ha）		140	136	125	125	125	125	540	544	675	851	860	860
山林面積（ha）		894	803	611	611	833	833	1,951	2,174	1,937	1,711	1,407	1,407
でん粉すり込み量（t/年）		1,164	3,618	3,789	-	-	-	-	-	-	-	-	-
水産養殖生産量	コイ（t/年）	379	181	120	-	9	9	-	-	-	-	-	-
	フナ（t/年）	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
畑かん注水量（万m <sup>3</sup> ）		-	-	-	-	-	-	-	383	2,500	1,043	145	800

#### ア 生活系

##### (7) 人口

令和元年の定住人口は直接集水域で758人、間接集水域で971人となっており、平成20年と比べると、それぞれ8%、24%減少している。将来（令和12年）については、少子化・高齢化に伴い、直接集水域は15%、間接集水域は18%減少すると予測される。

令和元年の観光人口は直接集水域で120千人となっている。平成20年の観光人口の約4%と大幅に減少しているが、集計対象等の見直しによるものである。間接集水域は「アグリランドえい」が対象であり、令和元年は16千人となっている。将来については、直接集水域では26%増加、間接集水域では75%減少と予測される。

##### (イ) 排水処理区分

###### a 直接集水域

令和元年の定住人口の雑排水処理区分の未処理は高度処理型合併処理浄化槽の普及により46%となっている。将来は、今後もこの方式の普及が広がるものとして、浄化槽処理が76%、未処理放流が24%となるものと予測される。し尿処理区分は、くみ取り（くみ取りし尿については集水域外のし尿処理場で処理



されている）が 20%，浄化槽処理が 80%，自家処理が 0%となっている。将来は高度処理型合併処理浄化槽の普及により，浄化槽処理が 89%，くみ取りが 11%になると予測される。

令和元年の観光人口の雑排水処理区分はすべて未処理となっている。し尿処理区分はすべてくみ取りとなっている。将来については雑排水，し尿とも処理区分は変わらないと予測される。

#### **b 間接集水域**

令和元年の定住人口の雑排水処理区分は 48%が未処理であり，52%が浄化槽処理となっている。将来は未処理が 12%，浄化槽処理が 88%と予測される。し尿処理区分は，くみ取り（くみ取りし尿については集水域外のし尿処理場で処理されている）が 27%，浄化槽処理が 73%となっている。将来はくみ取りが 7%，浄化槽処理が 93%と予測される。

令和元年の観光人口の雑排水処理区分はすべて未処理となっている。し尿処理区分はすべて浄化槽処理となっている。将来については雑排水，し尿とも処理区分は変わらないと予測される。

表 VI-11 定住人口と排水処理区分

区域	年次	定住人口 (人)	生活排水処理区分							
			雑排水処理区分 (%)				し尿処理区分 (%)			
			未処理	浄化槽処理		自家処理	くみ取り	浄化槽処理		
				合併処理	高度 合併処理			単独処理	合併処理	高度 合併処理
直接集水域	昭和55年	1,636	100	0	0	13	87	0	0	0
	平成元年	1,407	100	0	0	5	95	0	0	0
	平成10年	973	100	0	0	5	75	20	0	0
	平成20年	828	82	0	18	0	57	25	0	18
	令和元年	758	46	0	54	0	20	26	0	54
	令和12年	646	24	0	76	0	11	14	0	76
間接集水域	昭和55年	1,789	100	0	0	71	25	4	0	0
	平成元年	1,638	97	3	0	3	70	24	3	0
	平成10年	1,432	95	5	0	0	51	43	5	0
	平成20年	1,274	72	28	0	0	38	34	28	0
	令和元年	971	48	52	0	0	27	21	52	0
	令和12年	801	12	88	0	0	7	5	88	0

表 VI-12 観光人口と排水処理区分

区域	年次	観光人口 (千人)	生活排水処理区分							
			雑排水処理区分 (%)				し尿処理区分 (%)			
			未処理	浄化槽処理		自家処理	くみ取り	浄化槽処理		
				合併処理	高度 合併処理			単独処理	合併処理	高度 合併処理
直接集水域	昭和55年	2,875	100	0	0	0	100	0	0	0
	平成元年	3,047	100	0	0	0	100	0	0	0
	平成10年	3,227	100	0	0	0	100	0	0	0
	平成20年	2,705	100	0	0	0	100	0	0	0
	令和元年	120	100	0	0	0	100	0	0	0
	令和12年	151	100	0	0	0	100	0	0	0
間接集水域	昭和55年	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	平成元年	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	平成10年	175	100	0	0	0	0	100	0	0
	平成20年	95	100	0	0	0	0	100	0	0
	令和元年	16	100	0	0	0	0	100	0	0
	令和12年	4	100	0	0	0	0	100	0	0

## イ 農畜産系

## (7) 畜産

令和元年の飼養頭数は直接集水域で牛 355 頭，豚 800 頭となっており，平成 20 年に比べて牛は 76%，豚は 24%減少している。将来は現状に比べると牛は 1%の減少，豚は 3%の増加が予測される。

間接集水域の飼養頭数は牛 647 頭，豚 193 頭となっており，平成 20 年と比べると牛は 71%減少，豚は 33%増加している。将来は現状に比べると牛は 39%の減少，豚は 12%の減少が予測される。

表 VI-13 飼養頭数 単位：頭

区分	年次	牛（頭）	豚（頭）
直接集水域	昭和55年	659	289
	平成元年	555	480
	平成10年	482	578
	平成20年	1,459	1,051
	令和元年	355	800
	令和12年	352	820
間接集水域	昭和55年	1,356	658
	平成元年	1,732	180
	平成10年	2,146	327
	平成20年	2,243	145
	令和元年	647	193
	令和12年	397	170

## (イ) 作付面積

令和元年の作付面積は直接集水域で 12,460a，間接集水域で 82,862a となっており，平成 20 年と比べると直接集水域では 25%，間接集水域では 1%増加している。将来は現状に比べて直接集水域では 5%の減少，間接集水域では 11%の減少と予測される。

作物別にみると，令和元年の直接集水域では，野菜類が全体の 20%を，麦類が 8.2%を占めている。間接集水域では，茶の作付面積が全体の 93%を占めている。

表 VI-14 作物別作付面積

単位：a

区分	作物	昭和55年	平成元年	平成10年	平成20年	令和元年	令和12年
直接集水域	水稲	1,331	1,420	360	420	436	381
	麦類	320	190	1,260	880	1,016	996
	甘しょ	3,214	3,600	3,830	2,070	534	495
	タバコ	275	0	0	0	0	0
	茶	277	1,200	1,300	720	75	73
	果樹園	917	470	120	160	50	46
	野菜類	3,597	1,264	3,060	1,132	2,532	2,294
	その他	4,012	3,855	3,360	4,548	7,817	7,575
	合計	13,943	11,999	13,290	9,930	12,460	11,861
間接集水域	水稲	3,963	4,203	1,600	1,100	1,495	1,332
	麦類	0	145	0	0	0	0
	甘しょ	3,412	2,361	1,930	2,200	1,750	1,580
	タバコ	650	0	250	200	100	83
	茶	39,767	46,915	59,010	76,500	77,400	68,655
	果樹類	290	170	0	0	0	0
	野菜類	1,148	2,989	3,680	290	457	403
	その他	2,922	2,095	1,000	1,400	1,660	1,493
	合計	52,152	58,878	67,470	81,690	82,862	73,547

## (ウ) 耕地面積

令和元年の耕地面積は直接集水域で 125ha、間接集水域で 860ha となっている。平成 20 年と比べると直接集水域では増減はなく、間接集水域では 1% 増加している。

将来は直接集水域、間接集水域ともに現状と同じと予測される。

表 VI-15 耕地面積

区分	年次	耕地面積 (ha)
直接集水域	昭和55年	140
	平成元年	136
	平成10年	125
	平成20年	125
	令和元年	125
	令和12年	125
間接集水域	昭和55年	540
	平成元年	544
	平成10年	675
	平成20年	851
	令和元年	860
	令和12年	860

(I) 山林面積

令和元年の山林面積は直接集水域で 833ha，間接集水域で 1,407ha となっている。平成 20 年と比べると直接集水域では 36% 増加，間接集水域では 18% 減少している。

増減の理由としては，集計方法の変更によることから，将来は直接集水域，間接集水域ともに現状と同じと予測される。

表 VI-16 山林面積

区分	年次	山林面積 (ha)
直接集水域	昭和55年	894
	平成元年	803
	平成10年	611
	平成20年	611
	令和元年	833
	令和12年	833
間接集水域	昭和55年	1,951
	平成元年	2,174
	平成10年	1,937
	平成20年	1,711
	令和元年	1,407
	令和12年	1,407

ウ 工場系

令和元年において，直接集水域で稼働している特定事業場は，旅館業における厨房施設（1 事業場）のみである。また，間接集水域内で稼働している特定事業場は，旅館業における厨房施設（1 事業場）と洗たく業における洗浄施設（1 事業場）がある。これらのうち，旅館業における厨房施設からの汚濁負荷量は観光人口において把握する。

なお，平成 10 年までは直接集水域内にでん粉工場があったが，平成 18 年より操業を停止し平成 19 年度に廃止したため，平成 20 年以降，でん粉すり込み量は将来にわたり 0t/年であるものとした。

表 VI-17 でん粉すり込み量

区分	年次	でん粉すり込み量 (t/年)
直接集水域	昭和55年	1,164
	平成元年	3,618
	平成10年	3,789
	平成20年	0
	令和元年	0
	令和12年	0

## エ 水産系

水産系としては、池田湖内において中間養殖が行われており、令和元年のコイの生産量は 9t/年である。また、平成 20 年 9 月よりフナの養殖が許可されているが、令和元年の生産量は 0t/年である。将来は、中間養殖が現状の規模のまま継続的に行われるものとして、現状と同じと予測される。

表 VI-18 湖面養殖の生産量

区分	年次	コイ (t/年)	フナ (t/年)
直接集水域	昭和55年	379	-
	平成元年	181	-
	平成10年	120	-
	平成20年	-	0
	令和元年	9	-
	令和12年	9	-

## オ 畑かん注水、取水

令和元年の池田湖への注水量は 145 万 m<sup>3</sup>であった。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 m<sup>3</sup>) を用いた。

令和元年の池田湖からの取水量は 579 万 m<sup>3</sup>であり、平成 20 年と比べると 25 万 m<sup>3</sup>の増加となっている。将来の池田湖からの畑かん取水量については、平成 22 年度から令和元年度までの 10 年間の取水量の平均値 (574 万 m<sup>3</sup>) を用いた。

表 VI-19 畑かん注水・取水量

区分	年次	注水量 (万m <sup>3</sup> )	取水量 (万m <sup>3</sup> )
直接集水域	昭和55年	-	-
	平成元年	383	349
	平成10年	2,500	364
	平成20年	1,043	554
	令和元年	145	579
	令和12年	800	574

備考 : 1 畑かん注水は昭和 57 年から開始された。

: 2 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。

資料 : 県農政部農地整備課資料

(2) 負荷源別の汚濁負荷量算定方法

ア 生活系

(7) 算定方法

社会背景調査の定住人口・観光人口に原単位を乗じた。

(イ) 定住人口

a 基本的な原単位

人のし尿及び生活に係る雑排水についての基本的な原単位は、「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説（平成 27 年版）」（以下「流総」と略す。）の値を使用して算定した。

基本的な原単位は「流総（表 4-2）」から表 VI-20 のとおりになる。

表 VI-20 基本的な原単位（未処理）（単位：g/人/日）

区 分		COD	T-N	T-P
し尿	令和元年度	10	9	0.9
	令和12年度			
雑排水	令和元年度	18	4	0.5
	令和12年度			
総計	令和元年度	28	13	1.4
	令和12年度			

b 個別処理等に係る原単位

(a) し尿の自家処理及びくみ取り

し尿の自家処理の対象となる人口は 0 であったため、計算から除外した。また、くみ取りは集水域外の処理場で処理されるため、し尿分の原単位は 0 とした。雑排水については、全て排出されるものとした。

(b) 単独処理浄化槽

し尿については「流総（表 4-24）」の一般家庭の調査結果の平均値から表 VI-21 のとおりとした。雑排水についてはすべて排出されるものとした。

表 VI-21 単独処理浄化槽に係る原単位（単位：g/人/日）

区分	COD	T-N	T-P
し尿	4.7	5.9	0.63
雑排水	18	4	0.5
総計	22.7	9.9	1.13

## (c) 合併処理浄化槽

## i 直接集水域

指宿市では、「指宿市浄化槽設置推進要綱（平 18 告示 46）」の中で池田湖集水域及び鰻池集水域を指定区域として定め、指定区域内（ただし、鰻池集水域の一部を除く。）では高度処理型合併処理浄化槽（BOD 除去率 90%以上、放流水の 1 日平均濃度が BOD 10mg/L 以下及び全窒素 10mg/L 以下の機能を有するもの）に限って設置を認めている。

このため、放流水濃度として、全窒素（T-N）については 10mg/L、COD については「浄化槽の構造基準・同解説（2006 年版，財団法人日本建築センター）」の値（15mg/L）を用い、住宅施設関係に係る 1 人当たりの汚水量（200L/人・日）を乗じて原単位とした。また、全りん（T-P）の原単位については高度処理型合併処理浄化槽の要件に含まれないことから、「流総（表 4-21）」の合併処理浄化槽の調査結果を用いた。

表 VI-22 高度処理型合併処理浄化槽に係る原単位（単位：g/人/日）

区分	COD	全窒素（T-N）	全りん（T-P）
総計	3	2	0.75

## ii 間接集水域

「流総（表 4-21）」の合併処理浄化槽の調査結果から表 VI-23 のとおりとした。

表 VI-23 合併処理浄化槽に係る原単位（単位：g/人/日）

区分	COD	全窒素（T-N）	全りん（T-P）
総計	7.7	6.5	0.75



(ウ) 観光人口

a 基本的な原単位

観光人口の基本的な原単位を、定住人口の基本的な原単位（表 VI-20）と、「流総（表 4-18）」の定住人口の原単位に対する割合（表 VI-24）を使用し、表 VI-25、表 VI-26 のとおりとした。

表 VI-24 定住人口に対する観光人口の原単位の割合

区分	COD	全窒素 (T-N)	全りん (T-P)
定住者	100%	100%	100%
宿泊客	85%	95%	86%
日帰客	24%	40%	27%

表 VI-25 観光人口（宿泊客）に係る基本的な原単位（単位：g/人/日）

区分	COD	全窒素 (T-N)	全りん (T-P)
し尿	8.5	8.6	0.77
雑排水	15.3	3.8	0.43
総計	23.8	12.4	1.20

表 VI-26 観光人口（日帰客）に係る基本的な原単位（単位：g/人/日）

区分	COD	全窒素 (T-N)	全りん (T-P)
し尿	2.4	3.6	0.24
雑排水	4.3	1.6	0.14
総計	6.7	5.2	0.38

b 直接集水域

直接集水域内に宿泊施設はないため、観光人口は全て日帰客とした。し尿については、処理水をくみ取ること等により池田湖に流入しないため 0 とした。雑排水については、全て排出されるものとして、表 VI-27 のとおりとした。

表 VI-27 観光人口（日帰客）に係る原単位（単位：g/人/日）

区 分	COD	全窒素 (T-N)	全りん (T-P)
し尿	0	0	0
雑排水	4.3	1.6	0.14
総計	4.3	1.6	0.14

## c 間接集水域

間接集水域内の宿泊施設（1 件）では単独処理浄化槽を設置しているため、単独処理浄化槽の負荷量原単位（表 VI-21）と、表 VI-24 の割合を使用し、表 VI-28、表 VI-29 のとおりとした。

表 VI-28 観光人口（宿泊客）に係る原単位（単位：g/人/日）

区分	COD	全窒素（T-N）	全りん（T-P）
し尿	4.0	5.6	0.54
雑排水	15.3	3.8	0.43
総計	19.3	9.4	0.97

表 VI-29 観光人口（日帰客）に係る原単位（単位：g/人/日）

区分	COD	全窒素（T-N）	全りん（T-P）
し尿	1.1	2.4	0.17
雑排水	4.3	1.6	0.14
総計	5.4	4.0	0.31

## イ 工場系

水質汚濁防止法に基づく特定施設については、社会背景調査の日平均排水量に水質濃度の実測値を乗じることとした。実測値がない事業場については排水量は届出値を、濃度については、「平成 30 年度水質総量削減に係る発生負量等算定調査業務報告書～発生負荷量等算定調査（有明海及び八代海）～」(平成 31 年 3 月環境省水・大気環境局)の産業中分類別平均水質を使用した(表 VI-30)。

令和元年において、直接集水域、間接集水域内で稼働している特定事業場のうち、旅館業における厨房施設については、利用客のほとんどが観光客と考えられる。これらの事業場については、観光人口として生活系に汚濁負荷量を計上した。

また、旅館業における厨房施設以外の特定事業場として、間接集水域内に洗たく業における洗浄施設（1 事業場）がある。

表 VI-30 工場系に係る産業中分類別平均水質（単位：mg/L）

産業中分類	排水量区分	COD	T-N	T-P
洗濯・理容・美容・浴場業	50 m <sup>3</sup> 未満	155	9.80	6.29

備考) 本表は、該当する特定事業場に相当する業種のみを抽出した

## ウ 農林系

### (7) 算定方法

農林系については、林野面積、耕地面積に原単位を乗じることで算定する。

### (イ) 山林、耕地に係る COD の原単位

第 1 期計画において、河川水質の実測値等を基に推定した農林系に係る COD の原単位を使用した。

### (ウ) 山林に係る全窒素（T-N）、全りん（T-P）の原単位

近年、肥培林業は行われていないため「琵琶湖の窒素、りん」（昭和 53 年、滋賀県）における値を使用した。

### (エ) 耕地に係る全窒素（T-N）、全りん（T-P）

鹿児島県土壌管理指針等を基に算出した作物毎の単位作付面積当たりの施肥量は表 VI-31 のとおりである。

これらが水系へ流出する割合を全窒素（T-N）20%、全りん（T-P）1%として作物別施肥量に排出割合を乗じることにより作付面積の原単位を算出し、負荷量を算定した。

表 VI-31 作物別施肥量

(単位 : kg/a)

作物	N	P	作物	N	P	作物	N	P
水稻	0.60	0.24	なす	2.50	0.87	その他野菜	1.99	0.73
陸稲	0.80	0.22	キャベツ	1.50	0.65	球根・切り花	1.50	0.87
麦類 (小麦・大麦・裸麦)	0.80	0.35	ホウレンソウ	2.40	0.48	花木・芝	2.75	1.09
そば・ひえ・あわ	0.20	0.24	ネギ	2.00	1.05	種・苗木	1.28	0.53
ばれいしょ	1.40	0.57	玉ネギ	1.80	0.96	牧草	1.50	0.87
甘しょ	0.80	0.52	大根	1.50	0.65	青刈リデント	1.50	0.87
大豆	0.25	0.24	人参	2.00	0.65	その他飼料	1.50	0.87
いんげん	1.60	0.70	サトイモ	1.50	0.65	その他作物	0.50	0.31
小豆	0.35	0.72	レタス	2.20	1.09	温州みかん	1.76	0.52
未成熟豆類	1.20	0.57	ピーマン	3.00	0.65	夏みかん	2.56	1.12
みとり豆類	0.70	0.57	スイカ	1.20	0.87	パンカン	1.79	0.72
タバコ	0.70	1.15	イチゴ	2.20	0.87	ぶどう	0.50	0.22
茶	5.00	1.05	メロン	1.20	0.61	なし	1.40	0.48
落花生	0.20	0.24	はくさい	2.50	0.87	もも	0.72	0.24
さとうきび	1.50	0.52	にがうり	1.50	0.65	かき	1.28	0.35
その他の工芸作物	0.75	0.28	とうがん	2.10	0.79	くり	1.28	0.45
トマト	3.00	0.87	アスパラガス	5.90	0.17	うめ	1.50	0.35
キュウリ	3.50	1.09	ごぼう	2.00	1.09	その他の果実	1.39	0.44
かぼちゃ	1.50	0.35	オクラ	1.50	0.87			

資料) 流出率に関する資料

- N:30%, P:1% 「赤潮」(柳田友道, 昭和 51 年 4 月)
- N:28.5%, P:4.7% 「琵琶湖の将来水質に関する調査報告書」(土木学会, 昭和 45 年度)
- N:10~25%, P:1~5% 「湖水および流水の富栄養価」(R. A Vollenmeider, 1968)

(オ) 農林系使用原単位

以上をとりまとめ、農林系の原単位は下表のとおりとした。

表 VI-32 農林系原単位

(単位 : g/ha/日)

区分	COD	T-N	T-P
水田	50	作物別施肥量 × 流出率	
畑地	50		
果樹園	50		
山林	50	11.1	0.37

工 畜産系

(7) 算定方法

畜産については、牛と豚を対象にし、背景調査に基づく頭数と原単位を用いて負荷量を算出する。牛・豚の排泄物に係る負荷量の基本的な原単位は「流総（表 4-7）」の値を使用した。

表 VI-33 流総（表 4-7）における原単位 （単位：g/頭/日）

区分	COD	T-N	T-P
牛	530	290	50
豚	130	40	25

(イ) 原単位

a 牛・豚の成畜頭数換算

牛・豚の排泄物に係る負荷量の基本的な原単位が成畜単位でまとめられているため、飼育実態との整合を図る上から、畜種の成育段階に応じて成畜頭数への換算を行う必要がある。成畜頭数への換算係数は、表 VI-34 のとおりとした。

換算係数については、牛・豚の区分別の糞尿排泄物量及び濃度（「畜産環境アドバイザー研修【基礎技術コース（堆肥化处理・利用技術）】（平成 20 年 6 月，財団法人 畜産環境整備機構）」から求めた COD, T-N の負荷量（表 VI-35）と「流総（表 4-7）」の値との比から算出した。

表 VI-34 成畜への換算係数 （単位：頭）

区 分		成畜頭数換算
牛	成 牛 等（15 ヶ月以上）	1.0
	子 牛（15 ヶ月未満）	0.2
豚	中・成豚（3 ヶ月以上）	1.0
	子 豚（3 ヶ月未満）	0.5

表 VI-35 牛・豚の区分別の糞尿排泄物量及び濃度から求めた負荷量と流総との比

牛・豚の COD 負荷量 (平均値)

区 分		排泄量 (kg/頭/日)		COD 負荷量 (g/頭/日)			
		糞	尿	糞	尿	合計	流総との比
牛	搾乳牛	40.0	20.0	784.0	119.4	903.4	1.7
	成 牛	27.5	13.5	539.0	80.1	619.1	1.2
	育成牛	15.0	7.5	294.0	45.0	339.0	0.6
	子 牛	5.0	3.5	98.0	21.0	119.0	0.2
豚	肉豚 (大)	2.7	5.0	94.6	46.5	141.1	1.1
	肉豚 (中)	2.3	3.5	80.6	32.5	113.1	0.9
	肉豚 (子豚)	1.3	2.0	45.5	18.6	64.1	0.5
	繁殖豚	2.5	5.5	87.6	51.1	138.7	1.1

備考) COD 濃度 (mg/L) 牛…19,600 (糞), 5,997 (尿)

豚…35,030 (糞), 9,297 (尿)

※「豚, 牛, 馬の糞尿」(流総 (p.112)), 配合飼料の場合

牛・豚の T-N 負荷量 (平均値)

区 分		排泄量 (kg/頭/日)		T-N 負荷量 (g/頭/日)			
		糞	尿	糞	尿	合計	流総との比
牛	搾乳牛	40.0	20.0	377.2	166.9	544.1	1.9
	成 牛	27.5	13.5	259.3	112.6	371.9	1.3
	育成牛	15.0	7.5	141.5	62.6	204.1	0.4
	子 牛	5.0	3.5	47.2	29.2	76.4	0.3
豚	肉豚 (大)	2.7	5.0	12.6	38.9	51.5	1.3
	肉豚 (中)	2.3	3.5	10.7	27.2	37.9	0.9
	肉豚 (子豚)	1.3	2.0	6.1	15.6	21.7	0.5
	繁殖豚	2.5	5.5	11.7	42.8	54.5	1.4

備考) T-N 濃度 (mg/L)

牛…9,430 (糞), 8,344 (尿)

豚…4,664 (糞), 7,780 (尿)

※「豚, 牛, 馬の糞尿」(流総 (p.112)), 配合飼料の場合

b 処理区分別排出汚濁負荷量原単位

(a) 豚について

ふん尿処理区分別の排出汚濁負荷量原単位は以下の考え方に基づいて、それぞれ図 VI-45 のとおりとした。

i 排せつ物負荷量原単位 (基本的な原単位)

成畜の排出負荷量原単位は、「流総 (表 4-7)」における値を使用する。

表 VI-36 排せつ物負荷量原単位 (単位: g/頭/日)

区分	COD	全窒素 (T-N)	全りん (T-P)
豚	130	40	25

ii ボロ出しに係る負荷量原単位

排せつ物を 70%程度ボロ出しした後の残留ふん尿中における COD, 全窒素 (T-N), 全りん (T-P) 成分の残留割合は、それぞれ表 VI-37 のとおりとした。

表 VI-37 残留糞尿中における残留割合 (単位: %)

区分	COD	全窒素 (T-N)	全りん (T-P)
残留割合	38	56	30

資料) 原田; 畜舎排水の土壌処理, 用水と排水, Vol.26 No.4  
(1984 残留糞尿中の汚濁成分割合)

約 70%をボロ出し後, 残留ふん尿中の原単位は, 表 VI-38 のとおりとした。また, ボロ出し糞尿の原単位については, 豚の排泄物の原単位から残留糞尿の原単位を差し引くことによって表 VI-39 のとおりとした。

表 VI-38 残留糞尿中の原単位 (単位: g/頭/日)

区分	COD	全窒素 (T-N)	全りん (T-P)
豚	49.4	22.4	7.5

備考) COD... 130 (g/頭/日) × 0.38  
T-N... 40 (g/頭/日) × 0.56  
T-P... 25 (g/頭/日) × 0.30

表 VI-39 ボロ出し糞尿の原単位 (単位: g/頭/日)

区分	COD	全窒素 (T-N)	全りん (T-P)
豚	80.6	17.6	17.5

備考) COD... 130 (g/頭/日) - 49.4  
T-N... 40 (g/頭/日) - 22.4  
T-P... 25 (g/頭/日) - 7.5

## iii 汚水処理システムの処理効率

活性汚泥法，鹿児島方式（回分式活性汚泥法）等の処理効率は，個々の詳細なデータが蓄積されていないので，施設の管理等に差があるものの，ここでは，公共用水道における標準活性汚泥法について一般的に使用されている処理効率を用いた。

表 VI-40 汚水処理システムの処理効率 (単位：%)

区分	COD	全窒素 (T-N)	全りん (T-P)
処理効率	80	40	30

## iv 生譲渡・土地還元からの排出率

生譲渡・土地還元からの排出率は「流総（表 4-15）」における値を使用した。

表 VI-41 生譲渡・土地還元からの排出率 (単位：%)

区分	COD	全窒素 (T-N)	全りん (T-P)
排出率	5.8	12.1	9.2



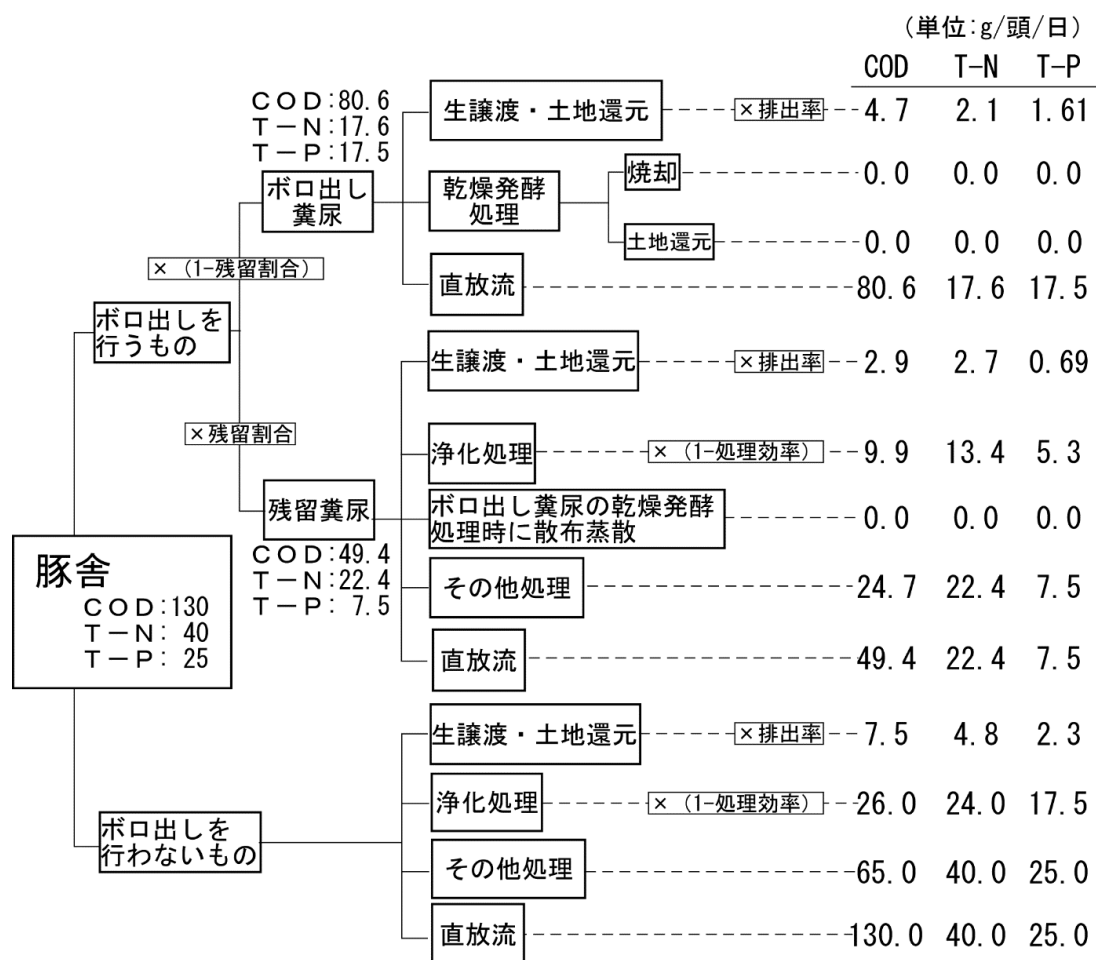


図 VI-45 豚糞尿処理フローチャート及び処理区分原単位 (単位:g/頭/日)

## (b) 牛について

牛については、「流総(表 4-7)」の家畜による汚濁負荷量原単位(表 VI-33)を基に、最終流出率を使用し、表 VI-42 のとおりとした。

表 VI-42 牛の原単位

区分	COD	全窒素 (T-N)	全りん (T-P)
流総 (g/頭/日)	530	290	50
最終流出率 (%)	1.0	3.0	2.0
原単位 (g/頭/日)	5.3	8.7	1.0

備考) 流出率について

T-P 及び T-N の流出については、「水質変化予測基本調査報告書(昭和 50 年 3 月)」(社) 土木学会の“農地からの肥料流出について”を参考に想定した。また、COD については、T-P 及び T-N に比べ、土壌中での分解が高いと思われるので、1%とした。

## オ 水産系

## (7) 算定方法

水産系については、生産量に原単位を乗じ算定する。原単位は鹿児島県水産振興課から提供を受けた。

## (イ) 原単位

原単位は表 VI-43 に示すとおりである。なお、池田湖においてはコイのみが養殖されている。

表 VI-43 水産系の原単位 (単位: kg/日/年生産量トン)

区分	COD	全窒素 (T-N)	全りん (T-P)
コイ	0.57	0.17	0.05

## カ 降水

## (7) 算定方法

池田湖の降水量(農地整備課資料)に降水中の濃度を乗じた。将来については現状と同じとした。

## (イ) 原単位

降水中の濃度は、平成 5 年～6 年に県環境保健センターが実施した「池田湖における降水による汚濁負荷量調査」の調査結果の平均値を使用した。

表 VI-44 降水に係る原単位

単位：mg/L

区分	COD	全窒素（T-N）	全りん（T-P）
降水	1.5	0.31	0.001

※全りん（T-P）の調査結果のうち、検出限界値（0.002mg/L）未満のものについては0.001mg/Lとして平均を行った。

## キ 漏水

漏水に係る汚濁負荷量の現況については、「池田湖水収支調査委託事業報告書」（鹿児島県，昭和55年）に示す漏水による年間の水位変化量（2,155mm）に池田湖の表面積（10.95 km<sup>2</sup>）を乗じて算出される年間の漏水量（23,597,250 m<sup>3</sup>）に，令和元年度の池田湖の基準点2（200m層）の水質調査結果の平均値を乗じて求めた。将来については現状と同じとした。

## ク 畑かん注水，取水

### (7) 注水による汚濁負荷量

注水により池田湖へ流入する汚濁負荷量の現況については，令和元年度各月の各河川の頭首工における水質調査結果に，令和元年度各月の注水量を乗じて求めた。ただし水質調査結果は年6回偶数月に実施しており，奇数月については前月の結果を用いた。

将来（令和12年度）については，令和元年度各月の各河川の頭首工における水質調査結果に，将来の注水量を乗じて求めた。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の達成が可能な目安値として示された年間平均注水量（800万m<sup>3</sup>）を用いた。

なお，将来の各月の注水割合は平成22年度から令和元年度の各月の合計注水量を当該期間中の合計注水量で除して求めた。

### (イ) 取水による汚濁負荷量

取水により池田湖から流出する汚濁負荷量の現況については，令和元年度各月の池田湖の基準点1～3（表層）の水質調査結果の平均値に，令和元年度各月の取水量を乗じて求めた。ただし水質調査結果は年6回偶数月に実施しており，奇数月については前月の結果を用いた。将来（令和12年度）については，令和元年度各月の池田湖の基準点1～3（表層）の水質調査結果の平均値に，将来の取水量を乗じて求めた。将来の池田湖からの畑かん取水量については，平成22年度から令和元年度までの10年間の取水量の平均値（574万m<sup>3</sup>）を用いた。

なお，将来の各月の取水割合は平成22年度から令和元年度の各月の合計取水量を当該期間中の合計取水量で除して求めた。

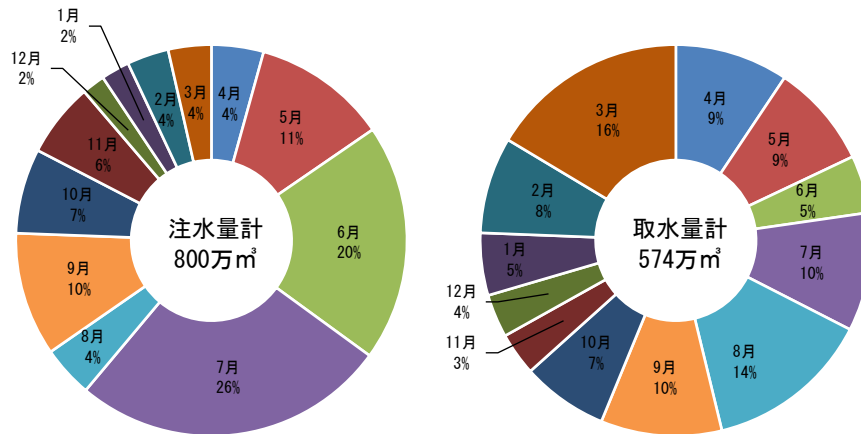


図 VI-46 将来注水量，取水量に対する各月の割合

### (3) 許容汚濁負荷量

#### ア COD の許容汚濁負荷量

生物生産活動が活発に行われている水深までを対象水層として、その水層での水質が水質環境保全目標を維持達成することを前提として、自然的汚濁濃度、生物生産活動に伴う濃度及び対象水層の滞留年数を考慮して試算した。

$$\text{CODの許容汚濁負荷量} = \frac{(\text{水質環境保全目標} - \text{自然的汚濁濃度} - \text{生物生産活動に伴う濃度}) \times \text{対象水層の容積}}{\text{対象水層の滞留年数}}$$

対象水層	有光層を対象とすることとし、過去における透明度、照度等をもとに水深 10m までの水層とした。
水質環境保全目標	COD 3mg/L
自然汚濁濃度	過去の長い年月の汚濁の蓄積や人間が知り得ない作用の結果等として、過去の調査結果の最低値 0.5 mg/L を湖水濃度として採用した。
対象水層の滞留年数	池田湖の水収支をもとに 1.7 年とした。
生物生産活動に伴う濃度	池田湖は温暖な地域に位置していること及び水質調査結果や文献等をもとに 0.72mg/L を採用することとした。

#### イ 全りん（T-P）の許容汚濁負荷量

COD と同じく対象水層は水深 10m までとするが、循環期には中層のりん濃度の低い水が上昇するのでこれを初期濃度とし、これが年間にわたる系外から流入する汚濁負荷によって、濃度が上昇するものと仮定し、過去（昭和 55 年当時）の環境水質と汚濁負荷量をもとに許容汚濁負荷量を試算した。

なお、中層の濃度は将来も変化ないものとした。

$$\text{T-Pの許容汚濁負荷量} Q_2 = \frac{q_2}{q_1} Q_1$$

$q_1$  : 昭和 55 年当時の表層水質と中層水質の差

$Q_1$  :  $q_1$  に対応する系外からの汚濁負荷量

$q_2$  : 水質環境保全目標達成時の表層水質と中層水質の差

$Q_2$  :  $q_2$  に対応する系外からの汚濁負荷量

#### ウ 全窒素（T-N）の許容汚濁負荷量

湖水環境における窒素の挙動は複雑であることから、COD、全りん（T-P）のような考え方の導入は難しいため、生物生産活動に着目し、植物プランクトンの体組成比をもとに当面の許容汚濁負荷量として試算した。

全窒素（T-N）の許容汚濁負荷量 = 全りん（T-P）の許容汚濁負荷量 × 7.2

植物プランクトンの体組成 :  $C_{106}H_{263}O_{110}N_{16}P_1$

窒素・りんの原子数比 : 16

窒素・りんの重量比 : 7.2

4 南薩畑地かんがい事業に係る注水・取水の状況

(1) 南薩畑地かんがい事業の概要

南薩台地は、薩摩半島の南端に位置し、南北 19km、東西 25km、総面積 13,000ha の広大な畑作地域を形成している。この地方は、年間を通しての降雨分布が著しく不均一であるため、干害が甚だしく、かんがい施設の不備もあって作物は耐干性をもつさつまいも等に限定され、その生産性は極めて低かった。

そこで、この地域の標高 150m 以下の耕地約 5,900ha (指宿市、南九州市及び枕崎市) に畑地かんがい施設を設けて、収益性の高い作物の導入を促進して、農家経営の安定と所得の向上を図ることを目的とし、事業が進められている。

この事業は約 5,900ha の畑地かんがい用水 (年間平均約 3,000 万 m<sup>3</sup>) を確保する方法として池田湖の直接集水域外の潁娃地域を流れる河川 (馬渡川, 高取川, 集川) の余剰水を池田湖に導水一時貯留し、必要な時に湖岸 3 か所の揚水機場から揚水して、東部 (指宿地域), 南部 (山川地域, 開聞地域), 西部 (潁娃地域, 知覧地域, 枕崎市) 地区に送水し畑地にかんがいすることとなっている。

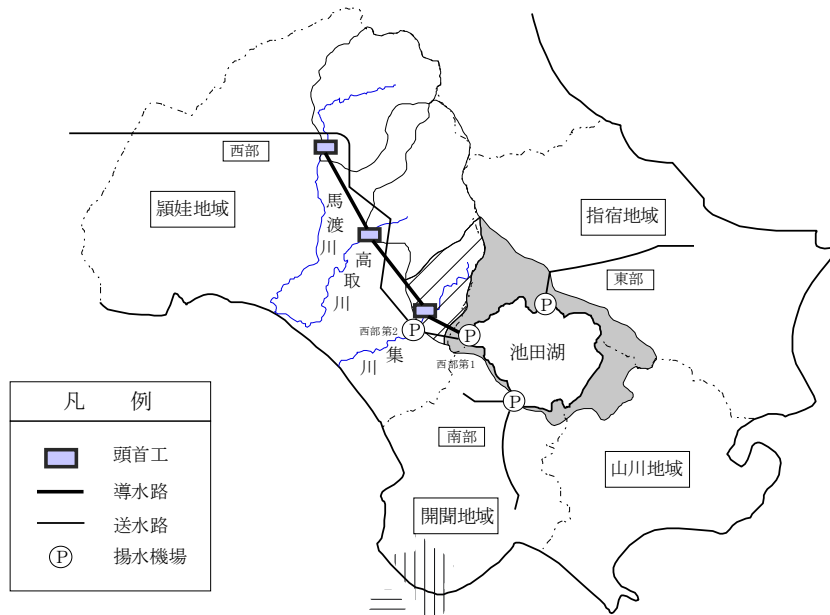


図 VI-47 南薩畑地かんがい事業

(2) 注水量及び取水量

ア 注水量

図 VI-48 に示すように南九州市頴娃地域の馬渡川、高取川及び集川の 3 河川からの池田湖への注水は昭和 57 年 7 月から開始され、令和元年度までに累計で 28,054 万 m<sup>3</sup> が注水されている。年度ごとの注水量の合計値の推移は変動が大きい。注水量が最も多かったのは平成 10 年度の 2,500 万 m<sup>3</sup> で、次いで昭和 62 年度の 2,352 万 m<sup>3</sup>、平成 11 年度の 2,089 万 m<sup>3</sup> である。

平成 23 年度以降、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示された年間平均注水量 800 万 m<sup>3</sup> を超える注水があったのは、平成 26 年度（1,541 万 m<sup>3</sup>）、平成 30 年度（871 万 m<sup>3</sup>）であった。

図 VI-49 に示す河川別導水量の推移をみると、馬渡川及び高取川からの導水が主体となっており、集川から行われたのは昭和 61～62 年度及び平成 8～10 年度、16～18 年度であった。

イ 取水量

池田湖からの取水は昭和 57 年 8 月から開始され、令和元年度までに累計で約 12,645 万 m<sup>3</sup> 取水されている。取水量が最も多かったのは平成 6 年度の 1,219 万 m<sup>3</sup> で、次いで平成 25 年度の 876 万 m<sup>3</sup>、平成 19 年度の 804 万 m<sup>3</sup> である。

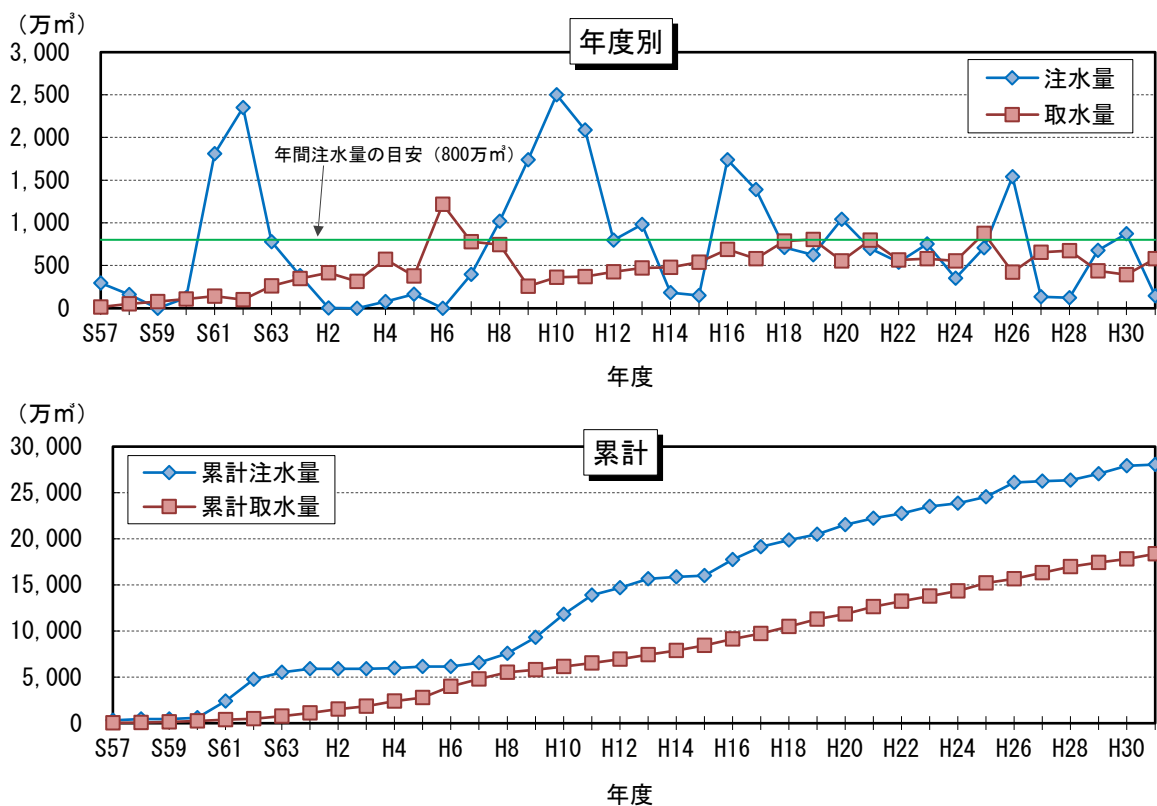
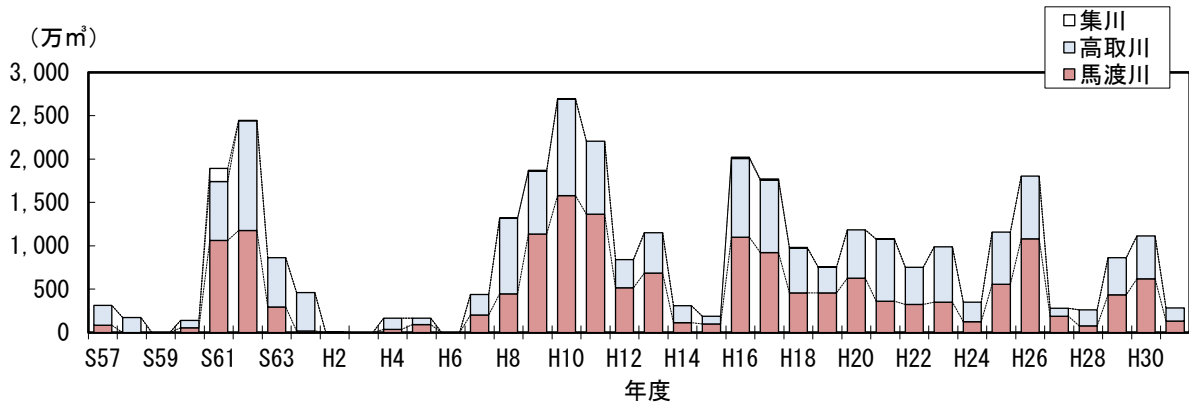


図 VI-48 池田湖への注水量及び池田湖からの取水量の推移



備考：導水カット分を含む。

図 VI-49 馬渡川，高取川，集川からの導水量の推移

(3) 畑かん注水と池田湖水位

池田湖の注水量と水位を図 VI-50 に，池田湖の取水量と水位を図 VI-51 に，池田湖の降水量と水位を図 VI-52 に示す。

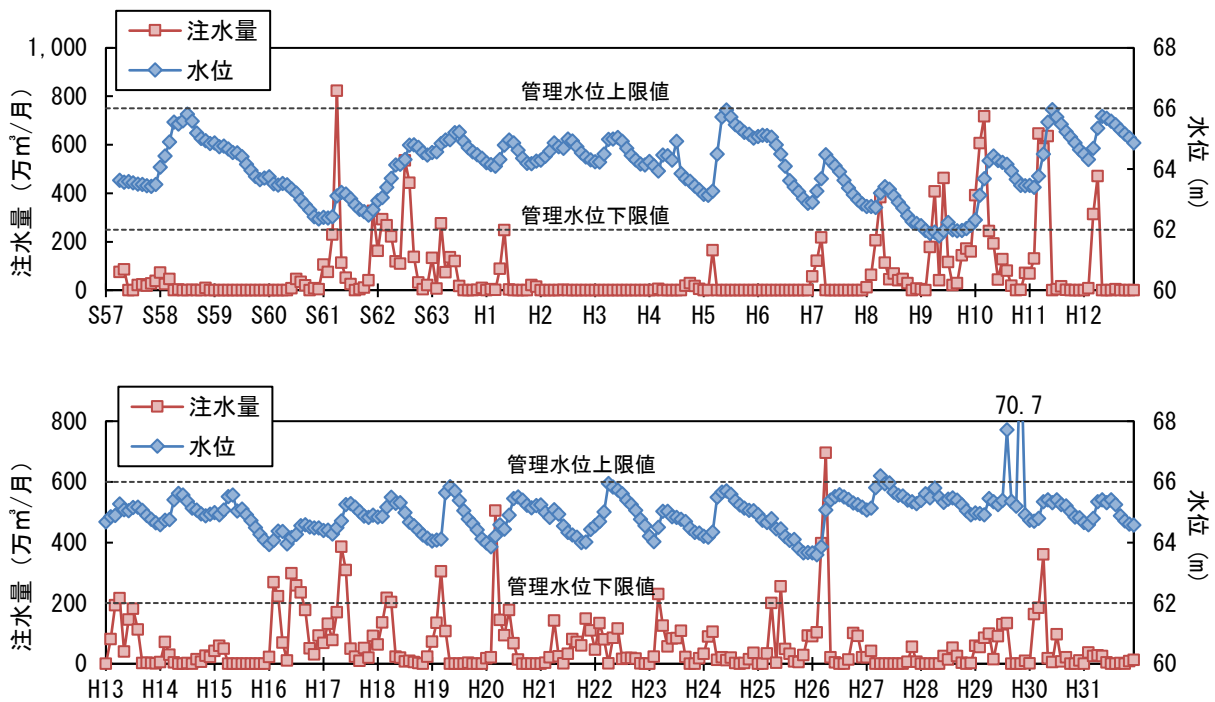


図 VI-50 池田湖の注水量と水位



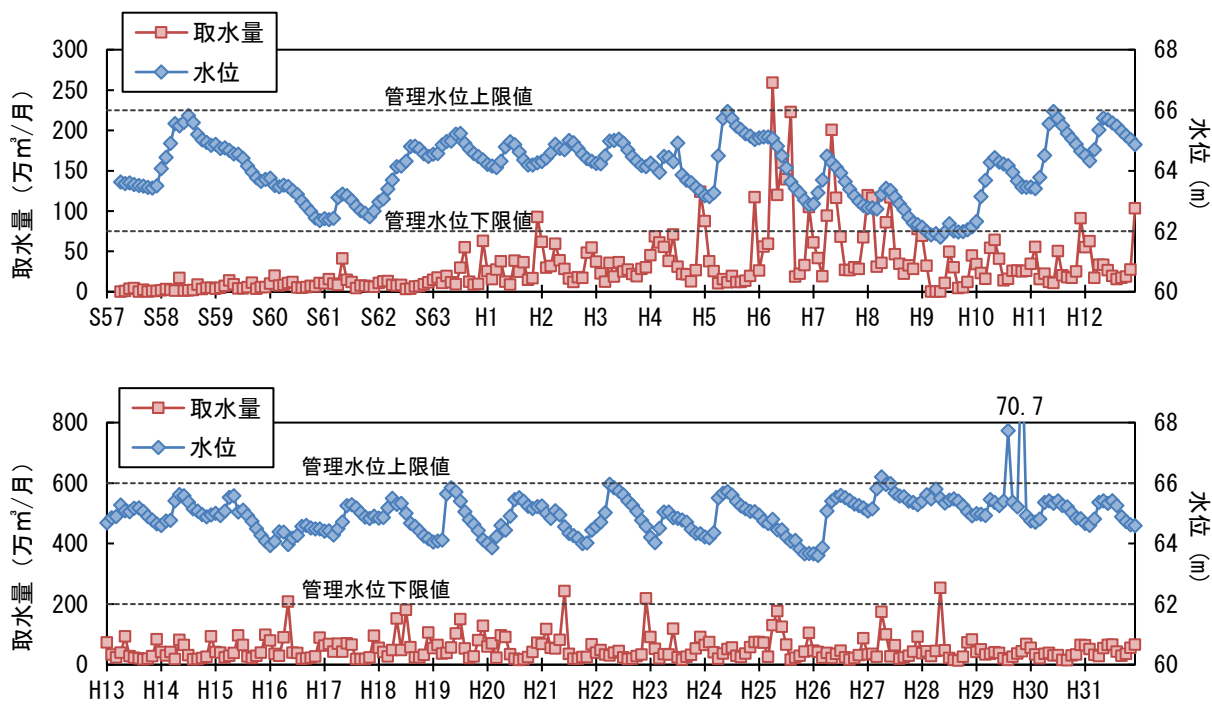


図 VI-51 池田湖の取水量と水位

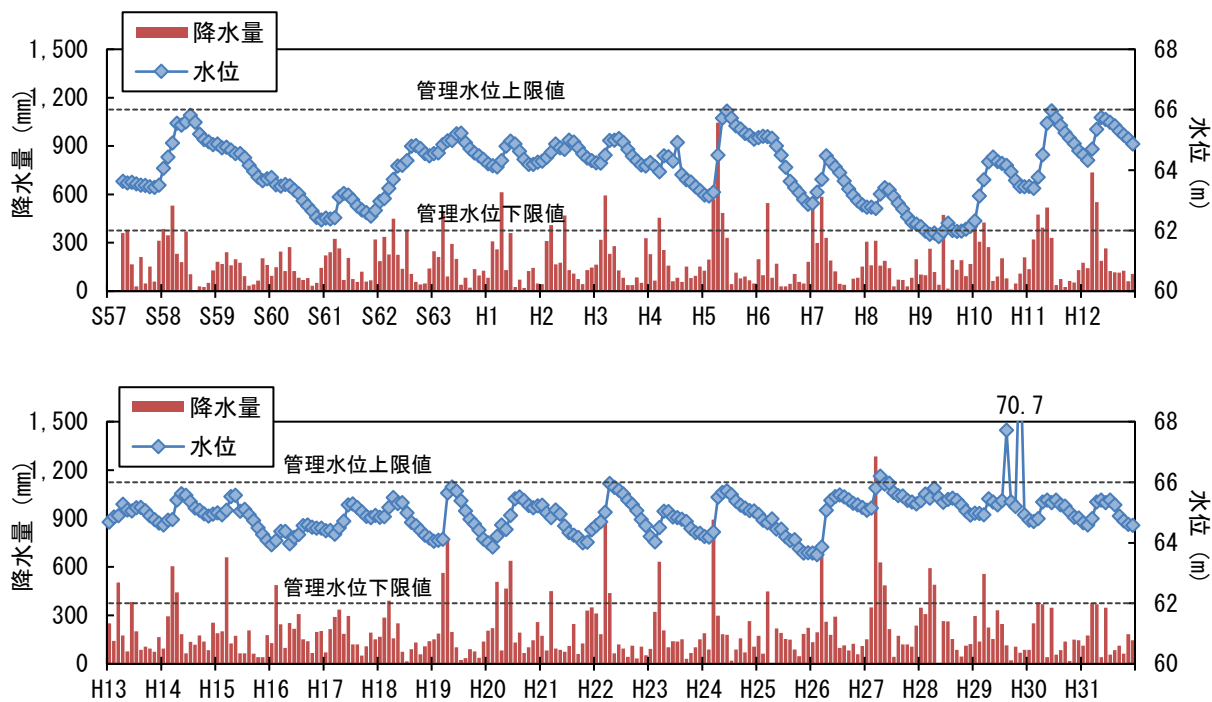


図 VI-52 池田湖の降水量と水位

(4) 導水 3 河川の水質の状況

ア COD

昭和 59 年度以降の年平均値の推移を図 VI-53 に示す。高取川では 1mg/L 前後でほぼ横ばいで推移している。馬渡川及び集川は高取川と比較すると 0.5mg/L 程度高く、ほぼ横ばいで推移している。

なお、県内の甲突川、肝属川と比較すると、3 河川ともやや低い傾向にある。

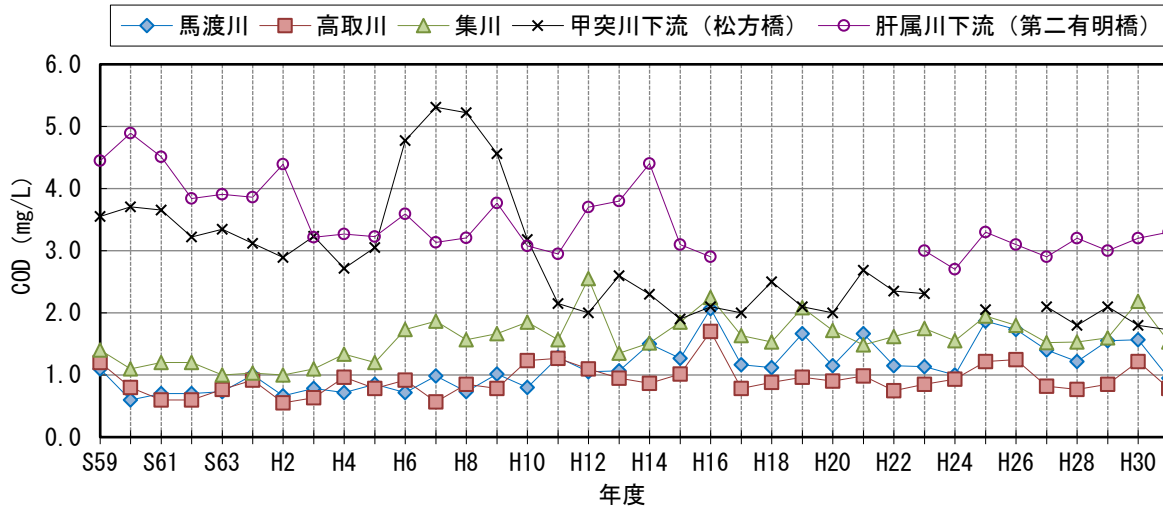


図 VI-53 導水 3 河川，県内河川（甲突川，肝属川）の COD 年平均値の推移

イ 全窒素 (T-N)

昭和 59 年度以降の年平均値の推移を図 VI-54 に示す。馬渡川及び高取川は，昭和 59～平成 2 年度は上昇傾向を，平成 2 年度以降はやや下降傾向を示している。集川は，昭和 59～平成 2 年度は上昇傾向を示し，平成 2 年度以降下降傾向を示したものの，再度，平成 8～10 年度に上昇傾向を示している。その後は下降傾向にあるものの，令和元年度は 8.4mg/L と高濃度で推移している。

なお，県内の甲突川や肝属川と比較すると，馬渡川及び高取川は，肝属川と同程度で，集川は高濃度で推移している。

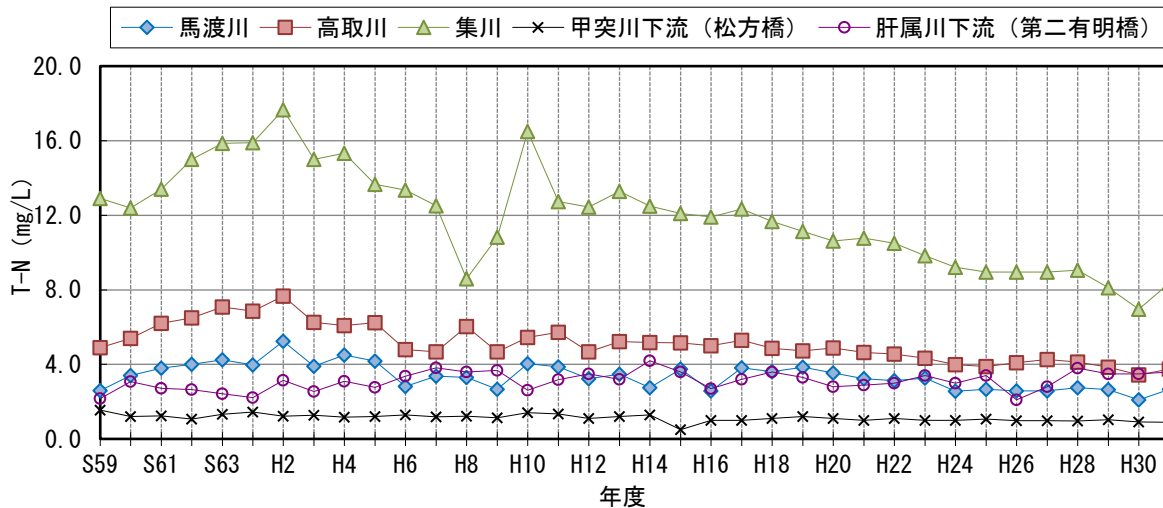


図 VI-54 導水 3 河川，県内河川（甲突川，肝属川）の全窒素 (T-N) 年平均値の推移

ウ 全りん (T-P)

昭和 59 年度以降の年平均値の推移を図 VI-55 に示す。馬渡川や高取川は 0.02～0.03mg/L の範囲でほぼ横ばいで推移している。集川は、平成 2 年度以前は 0.03mg/L 前後であったが、その後上昇傾向を示し、0.05～0.07mg/L の範囲でほぼ横ばいで推移している。

なお、県内の甲突川や肝属川と比較すると、馬渡川や高取川はともに低濃度で推移しているが、集川は甲突川と同程度で推移している。

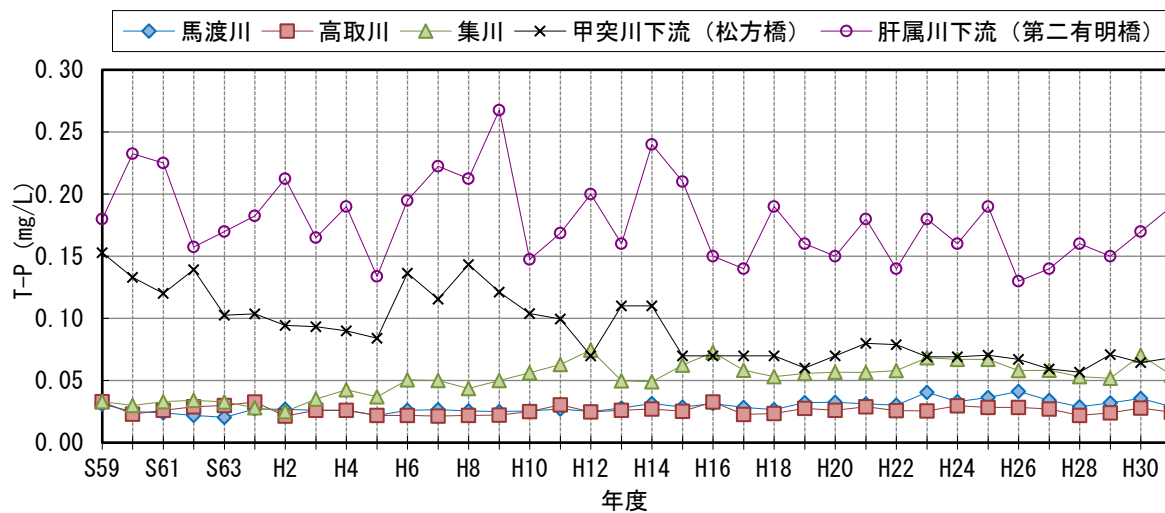


図 VI-55 導水 3 河川，県内河川（甲突川，肝属川）の全りん (T-P) 平均値の推移

## (5) 汚濁負荷量

### ア 注水による汚濁負荷量

図 VI-56～図 VI-58 に示すように頭首工における COD, 全窒素 (T-N), 全りん (T-P) の各水質濃度に注水量を乗じて求めた注水による汚濁負荷量をみると, COD については平成 11 年度が最も多く 95kg/日 (34.6t/年) であり, 全りんについては昭和 61 年度が最も多く 1.7kg/日 (0.61t/年) であった。

全窒素については, 昭和 62 年度が 335kg/日 (122.1t/年) で最も多かった。その他の年度では, 昭和 61 年度が 287kg/日 (104.7t/年), 昭和 63 年度が 165kg/日 (60.2t/年), 平成 9 年度が 145kg/日 (52.9t/年), 平成 10 年度が 322kg/日 (117.7t/年), 平成 11 年度が 203kg/日 (74.1t/年), 平成 16 年度が 181kg/日 (67.6t/年), 平成 17 年度が 154kg/日 (57.9t/年) であった。昭和 61～63 年度, 平成 9～11 年度, 平成 16, 17 年度については注水による全窒素負荷量が池田湖の全窒素の許容汚濁負荷量である 135kg/日を超過した。

### イ 取水による汚濁負荷量

池田湖の表層の水質濃度の平均値に取水量を乗じて求めた取水による汚濁負荷量は, COD, 全窒素, 全りんとも取水量が最大であった平成 6 年度が最も多く, COD は 67kg/日 (24.3t/年), 全窒素は 5kg/日 (1.7t/年), 全りんは 0.18kg/日 (0.07t/年) であった。

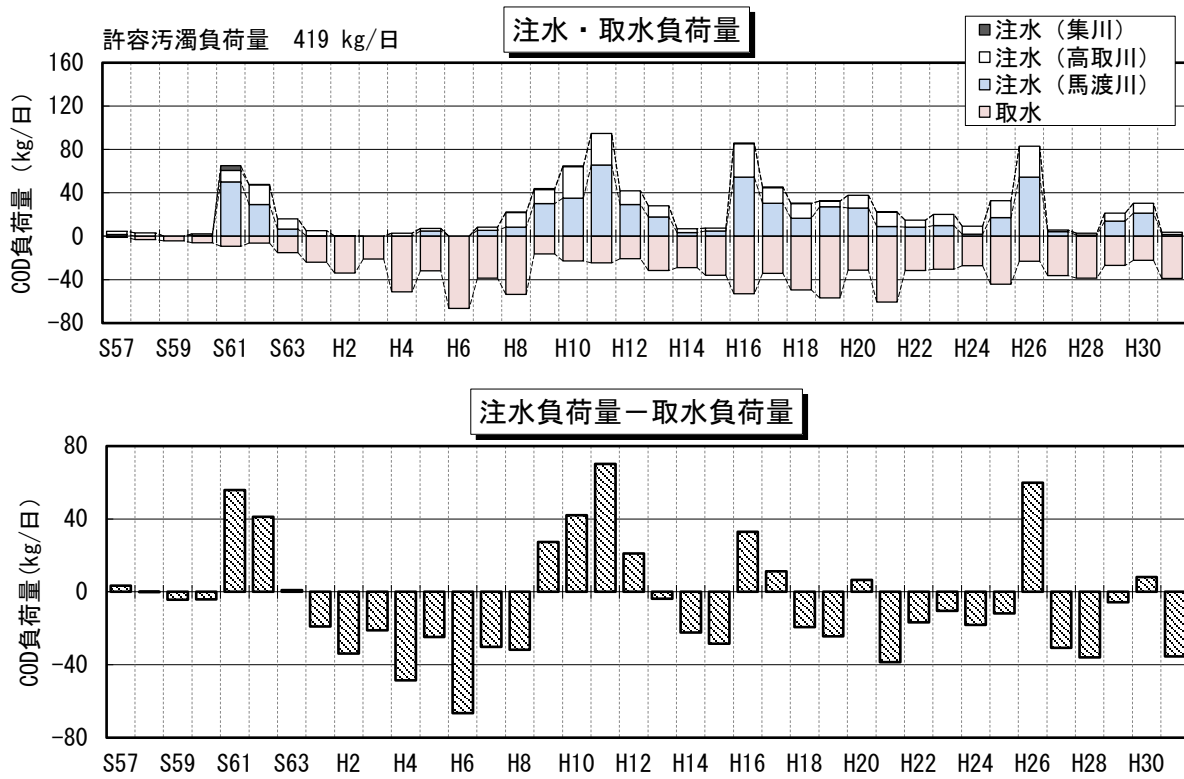


図 VI-56 COD 注水・取水負荷量の推移

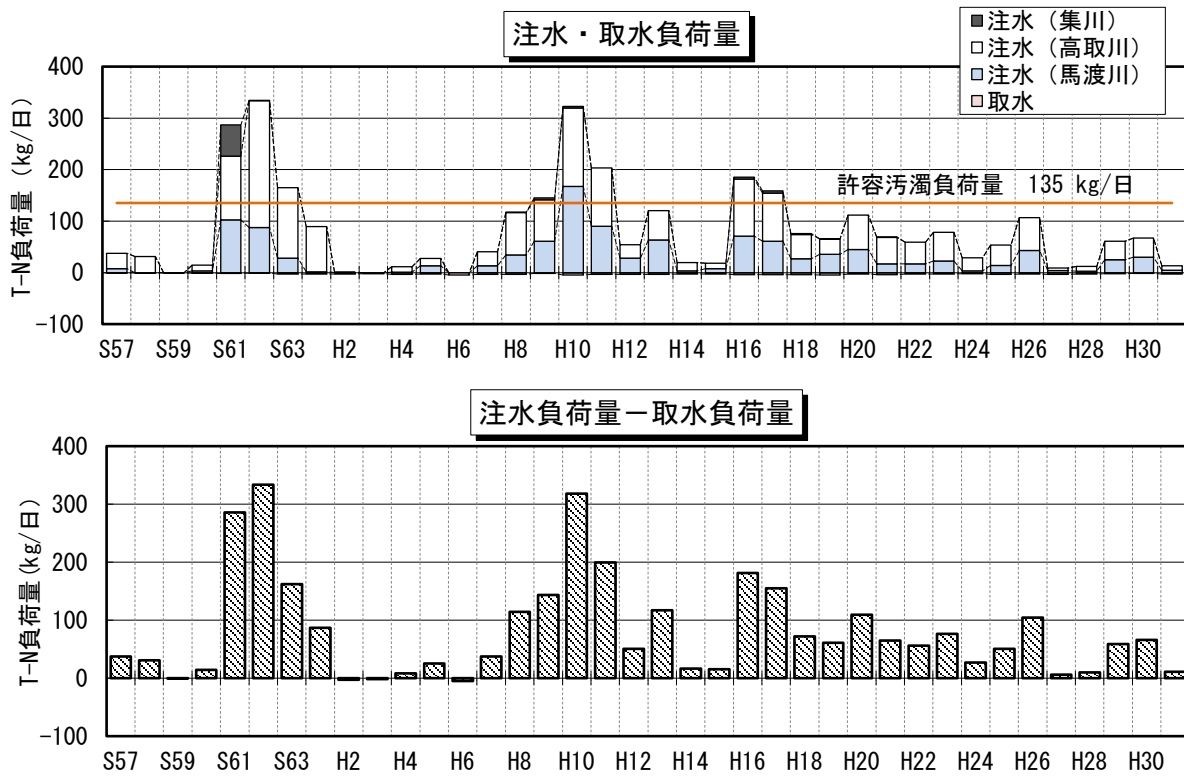


図 VI-57 全窒素（T-N）注水・取水負荷量の推移

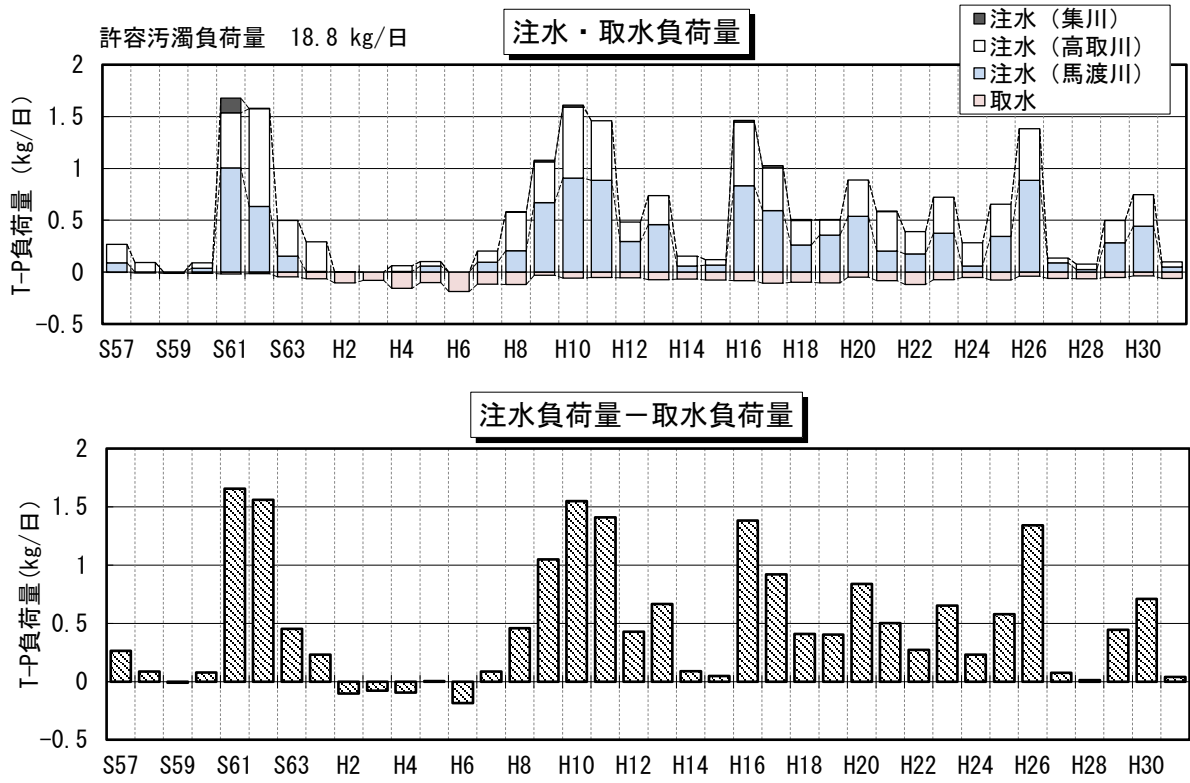


図 VI-58 全りん (T-P) 注水・取水負荷量の推移

## 5 社会環境

池田湖周辺市の社会環境については、池田湖を包括する指宿市の3地域（指宿地域・山川地域・開聞地域）と、池田湖への導水河川が流れる南九州市顛娃地域に分けて把握し、また、池田湖への汚濁負荷量の流入と密接に関わり合いのある直接集水域及び間接集水域について把握した。なお、直接集水域とは指宿市で池田湖の集水域に当たる地域を指し、間接集水域とは顛娃地域で南薩畑かん事業に係る注水の集水域に当たる地域を指す。

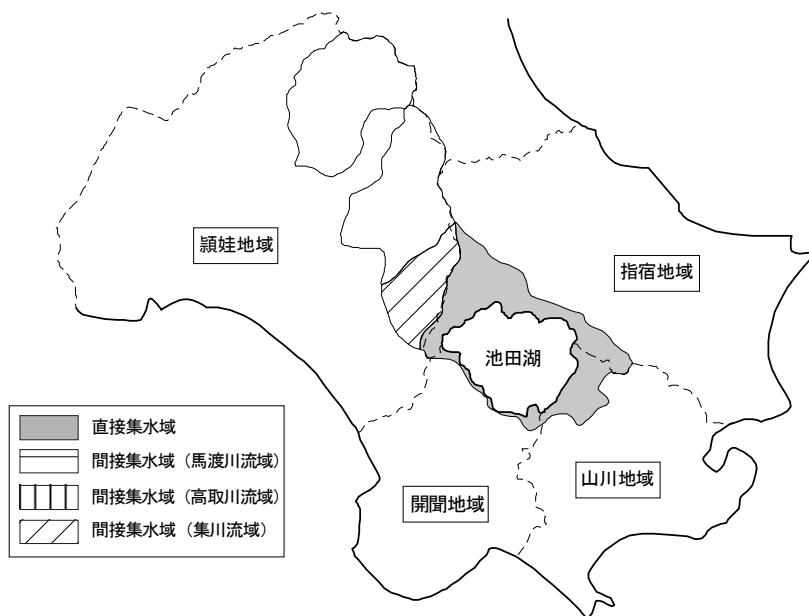


図 VI-59 池田湖集水域の区分

### (1) 人口

#### ア 総人口

##### (7) 指宿市及び南九州市顛娃町

図 VI-60 に人口と人口密度（平成 27 年）を、図 VI-61 に人口の推移を示す。平成 27 年の人口は、指宿市で 41,831 人、南九州市顛娃町で 11,905 人となっている。

人口密度は、指宿市で 281 人/㎢、南九州市顛娃町で 108 人/㎢である。人口の動向については、平成 22 年と比べると指宿市の人口は約 6%、南九州市顛娃町の人口は約 8%減少している。

#### (イ) 集水域

令和元年における集水域内の人口及び人口密度を、図 VI-62 に、集水域内の人口の推移を図 VI-63 に示す。

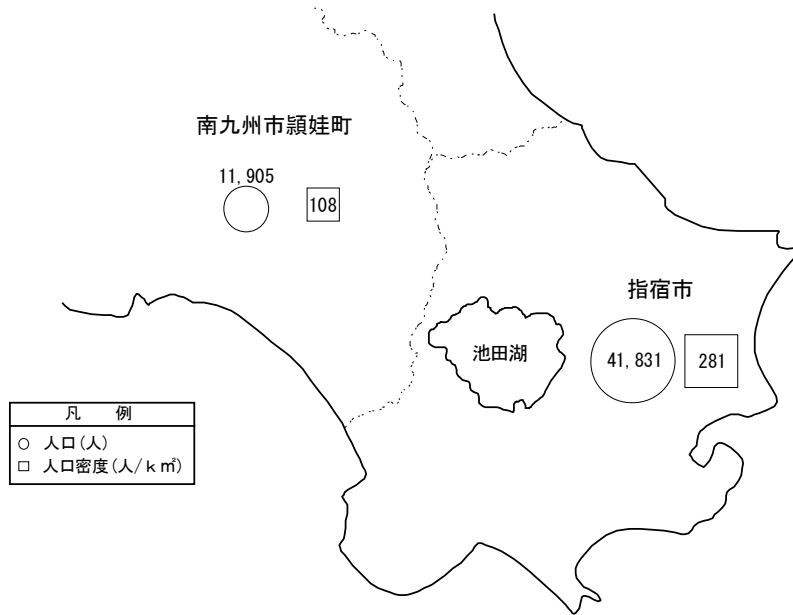
##### a 直接集水域

直接集水域における令和元年の人口は、指宿地域 718 人、山川地域 40 人、開聞地域 0 人、合計 758 人で指宿市全体の約 2%を占めている。人口密度は、指宿地域 81 人/㎢、山川地域 16 人/㎢、開聞地域 0 人/㎢である。人口の動向につい

では、平成 20 年と比べると各地域とも減少し、直接集水域全体で約 8%減少している。

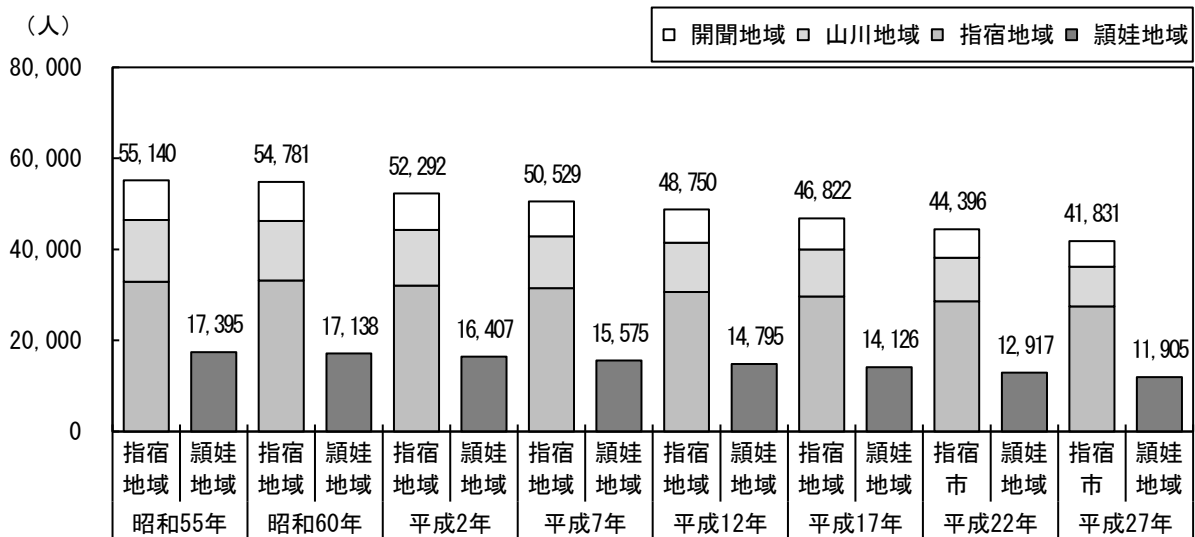
**b 間接集水域**

間接集水域における令和元年の人口は 971 人で、南九州市顛娃町の約 8%を占めている。また、間接集水域の人口密度は平均 43 人/km<sup>2</sup>となっている。人口の動向については、平成 20 年と比べると約 8%減少している。



資料：市町村別・年次別人口及び世帯数の推移(県統計課)

図 VI-60 人口と人口密度（平成 27 年）

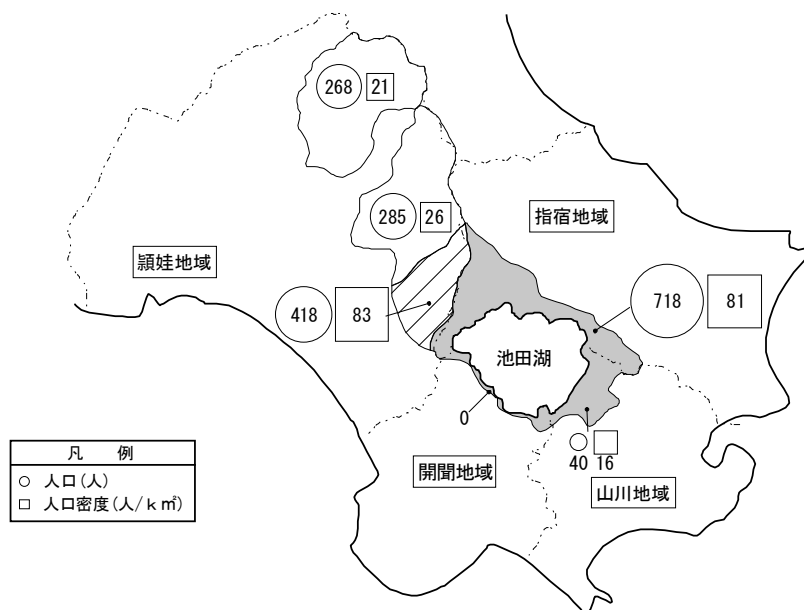


資料：市町村別・年次別人口及び世帯数の推移(県統計課)

注：指宿地域は、指宿市合併（平成 18 年 1 月）以前の開開町，山川町，指宿市の値であり，合計値は現在の指宿市の人口総数に相当する。顛娃地域は、揖宿郡顛娃町（平成 19 年 12 月以前）及び南九州市顛娃町の人口である。

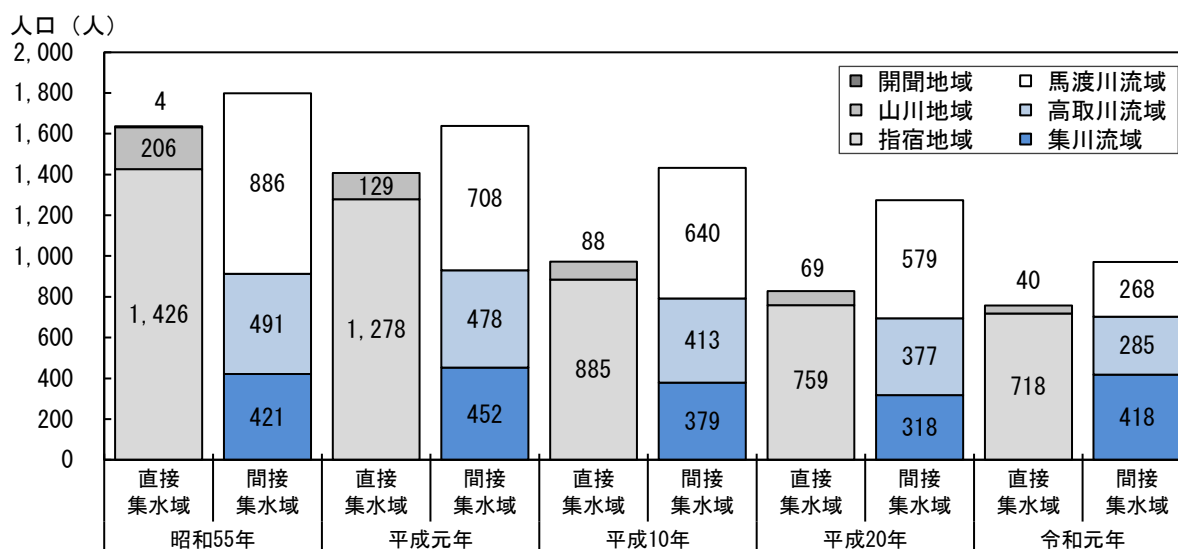
図 VI-61 人口の推移





資料：市資料

図 VI-62 集水域内の人口及び人口密度（令和元年）



資料：市資料

図 VI-63 集水域内の人口の推移

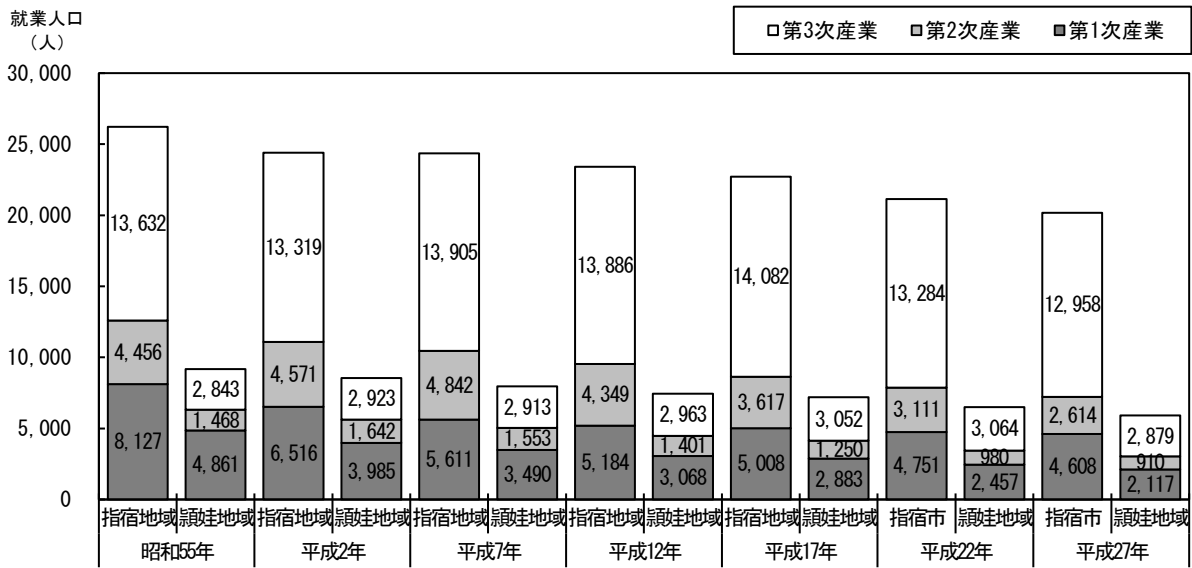
イ 就業人口

(7) 指宿市及び顛娃地域

図 VI-64 に産業別就業人口の推移と構成比を示す。

平成 27 年の就業人口は指宿市で第 1 次産業 4,608 人、第 2 次産業 2,614 人、第 3 次産業 12,958 人となっている。平成 22 年と比較すると、いずれにおいても就業人口は減少している。

顛娃地域の就業人口は、第 1 次産業 2,117 人、第 2 次産業 910 人、第 3 次産業 2,879 人となっている。平成 22 年と比較すると、いずれにおいても就業人口は減少している。



資料：国勢調査

注：指宿地域は、指宿市合併（平成 18 年 1 月）以前の開聞町，山川町，指宿市の値であり，合計値は現在の指宿市の就業人口総数に相当する。顛娃地域は、揖宿郡顛娃町（平成 19 年以前）及び南九州市顛娃町の就業人口である。

図 VI-64 産業別就業人口の推移と構成

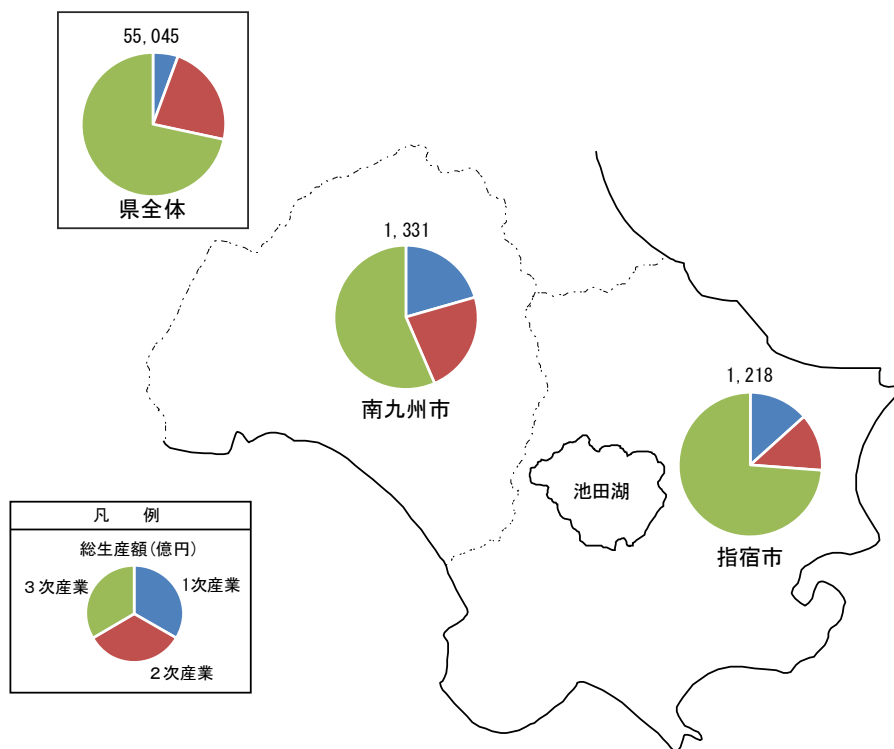
(2) 産業

ア 純生産（総生産）

(7) 指宿市及び顛娃地域

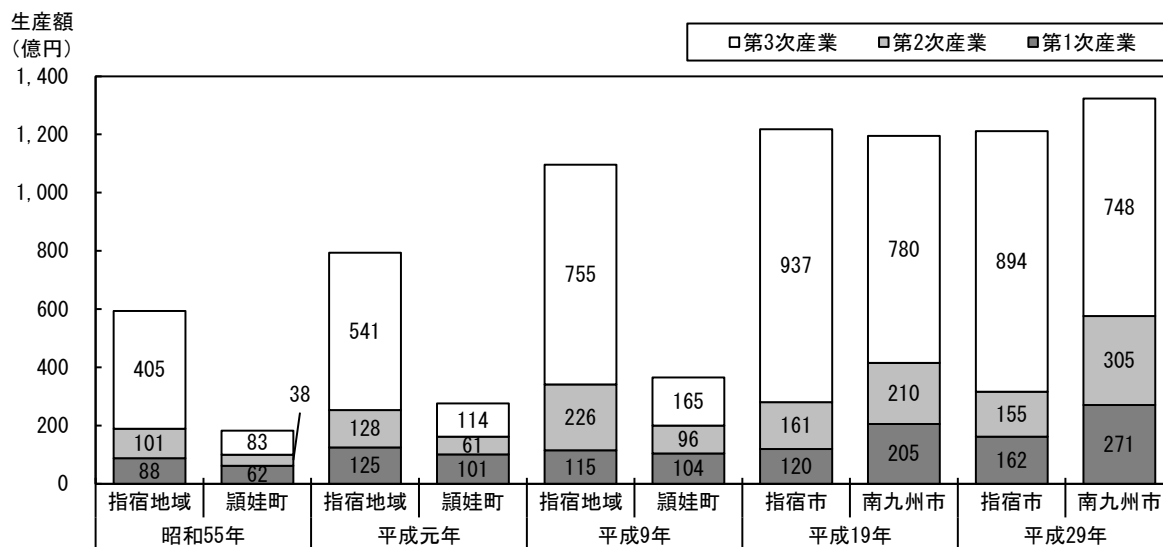
図 VI-65 に総生産額及び産業別構成比（平成 29 年）を，図 VI-66 に純生産（総生産）の推移を示す。

指宿市の平成 29 年の総生産額は，1,218 億円で県全体の約 2%を占めている。総生産額の産業別構成は，第 1 次産業 13%，第 2 次産業 13%，第 3 次産業 73%となっている。顛娃地域が属する南九州市の平成 29 年の総生産額は，1,331 億円で，県全体の約 2%を占めている。総生産額の産業別構成は，第 1 次産業 20%，第 2 次産業 23%，第 3 次産業 56%で，県全体と比較して一次産業の割合が大きい。



資料：市町村民所得推計報告書（県統計協会）

図 VI-65 総生産額及び産業別構成比（平成 29 年）



資料：市町村民所得推計報告書（県統計協会）

注：平成 19～29 年のデータは総生産である。指宿地域は、平成 18 年指宿市合併以前の開聞町、山川町、指宿市の値である。顛娃町は平成 19 年の市町村合併以降は、南九州市として集計した。

図 VI-66 純生産（総生産）の推移

## イ 農業

### (7) 農家数

#### a 指宿市及び顛娃地域

図 VI-67 に農家数（平成 27 年）を，図 VI-68 に農家数の推移を示す。

平成 27 年の農家数は指宿市で 1,879 戸，顛娃地域で 1,210 戸となっており，平成 22 年と比べると指宿市で約 15%，顛娃地域で約 19%減少している。

#### b 集水域

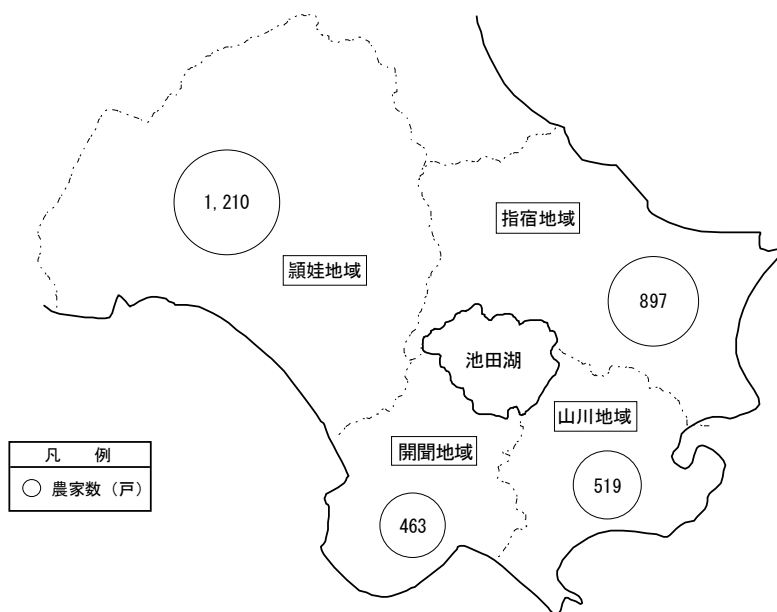
令和元年の集水域内の農家数を図 VI-69 に，集水域内の農家数の推移を図 VI-70 に示す。

#### (a) 直接集水域

直接集水域における令和元年の農家数は指宿地域 53 戸，山川地域 3 戸の合計 56 戸であり，平成 20 年に比べると約 59%減少している。

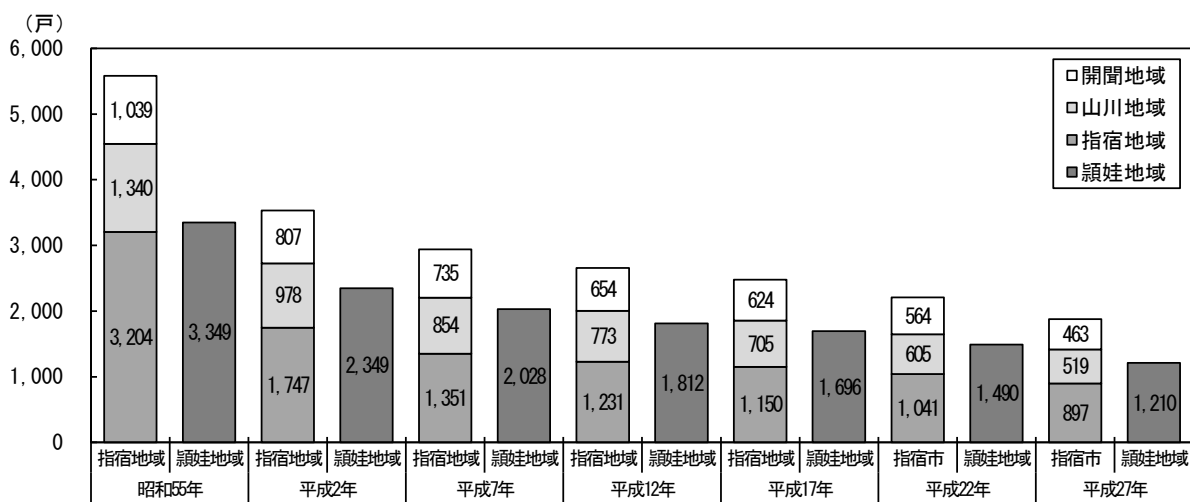
#### (b) 間接集水域

間接集水域における平成 27 年の農家数は 224 戸で，平成 20 年に比べると約 22%減少している。



資料：農林業センサス（農林水産省センサス統計室）

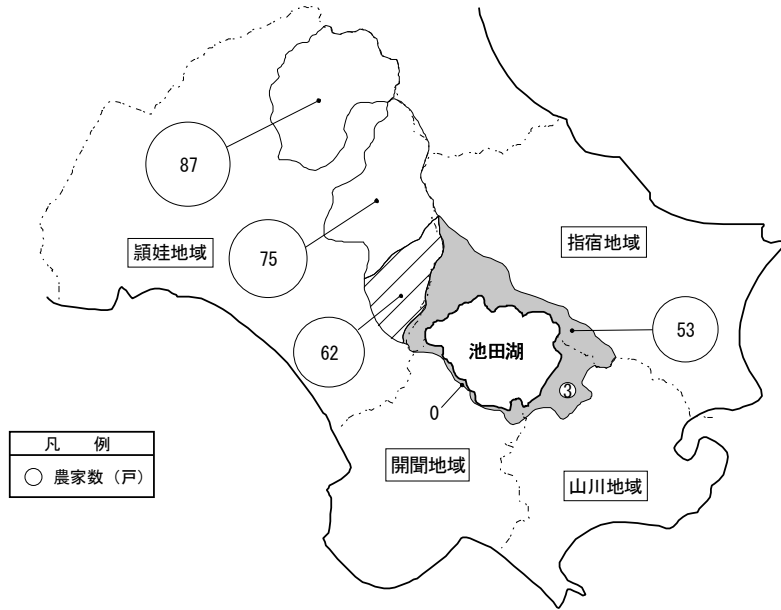
図 VI-67 農家数（平成 27 年）



資料：農林業センサス（農林水産省センサス統計室）

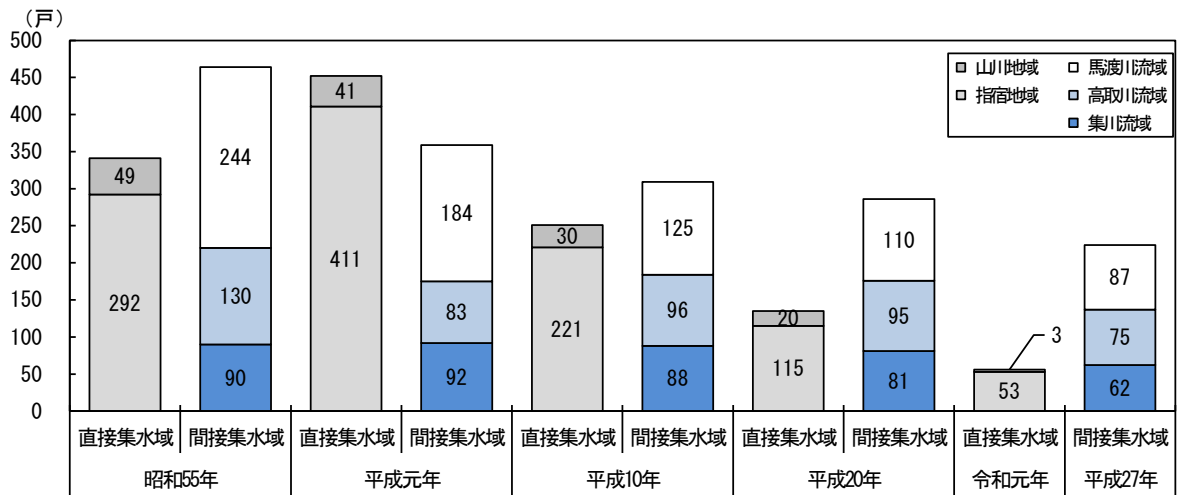
注：指宿地域は、指宿市合併（平成 18 年 1 月）以前の開聞町，山川町，指宿市の値であり，合計値は現在の指宿市の農家数に相当する。穎娃地域は、揖宿郡穎娃町（平成 19 年以前）及び南九州市穎娃町の農家数である。

図 VI-68 農家数の推移



資料：市資料

図 VI-69 集水域内の農家数（直接集水域：令和元年，間接集水域：平成 27 年）



資料：市資料

図 VI-70 集水域内の農家数の推移

**(イ) 耕地面積**

**a 指宿市及び顛娃地域**

図 VI-71 に耕地面積の推移を示す。

令和元年の指宿市の耕地面積は 3,298ha であり、平成 18 年と比べると約 5% 減少している。顛娃地域の耕地面積は 3,880ha であり、平成 18 年と比べると約 3% 減少している。

**b 集水域**

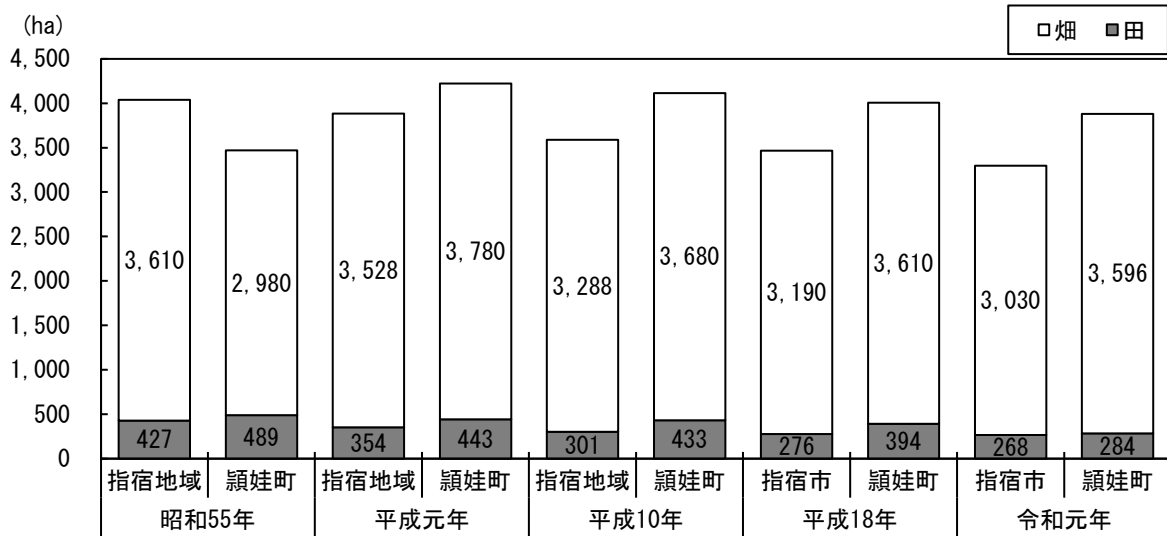
図 VI-72 に集水域内の耕地面積の推移を示す。

**(a) 直接集水域**

直接集水域における令和元年の耕地面積は合計 124ha となっており、平成 20 年と比べると約 1% 減少している。

**(b) 間接集水域**

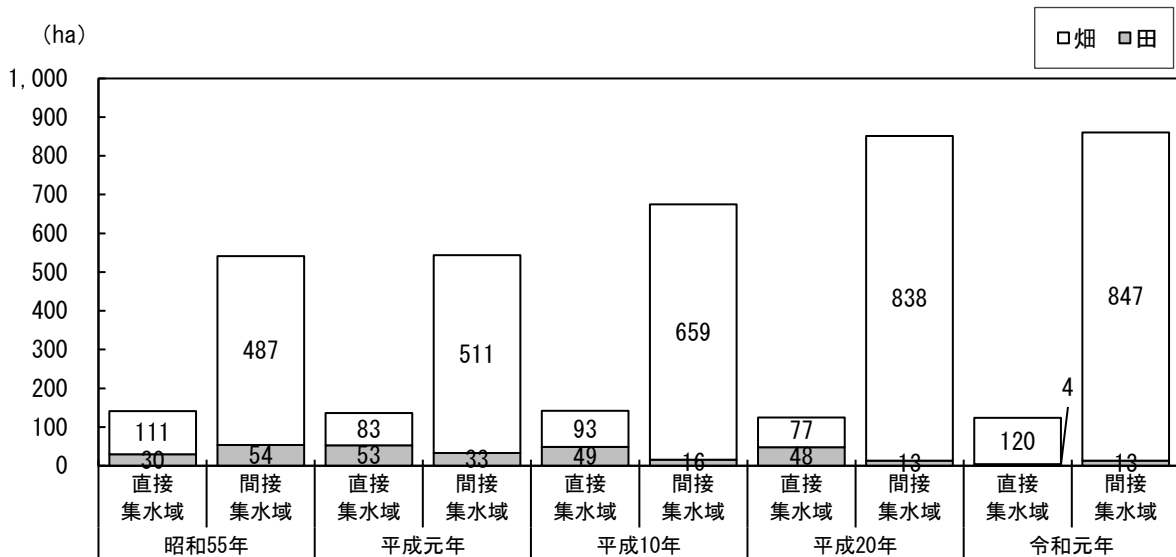
間接集水域における令和元年の耕地面積は 860ha で、平成 20 年と比べると約 1% 増加している。



資料：鹿児島農林水産統計年報（昭和55年～平成18年，九州農政局鹿児島統計情報事務所），九州農林水産統計年報（令和元年，九州農政局統計部），農林業センサス（農林水産省 センサス統計室）

注：指宿地域は，平成18年指宿市合併以前の開聞町，山川町，指宿市の値である。令和元年の顛娃町の値は，九州農林水産統計年報における南九州市の耕地面積値を，H27農林業センサスにおける旧町名ごとの田畑面積値（農業経営体，経営耕地の状況）を使用し按分した。

図 VI-71 耕地面積の推移



資料：市資料

図 VI-72 集水域内の耕地面積の推移



**(ウ) 作物別作付面積**

**a 指宿市及び顛娃地域**

図 VI-73 に作付面積の推移を示す。

令和元年の指宿市の作付面積は、3,175ha であり、平成 18 年と比べると約 9% 減少している。

令和元年の顛娃地域の作付面積は、3,639ha であり、平成 18 年と比べると約 15% 減少している。

**b 集水域**

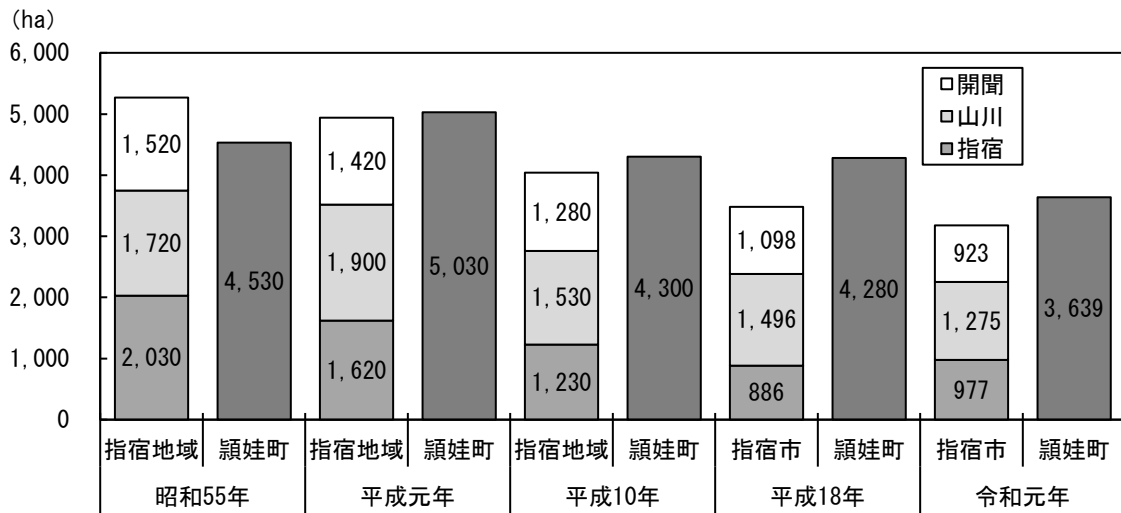
令和元年における直接集水域の主要作物の作付面積を図 VI-74 に、間接集水域の主要作物の作付面積を図 VI-75 に示す。

**(a) 直接集水域**

令和元年の作付面積は、飼料類 59 ha、野菜 25 ha、さつまいも 5.3 ha など合計で 125 ha となっており、平成 20 年と比べると約 25% 増加している。

**(b) 間接集水域**

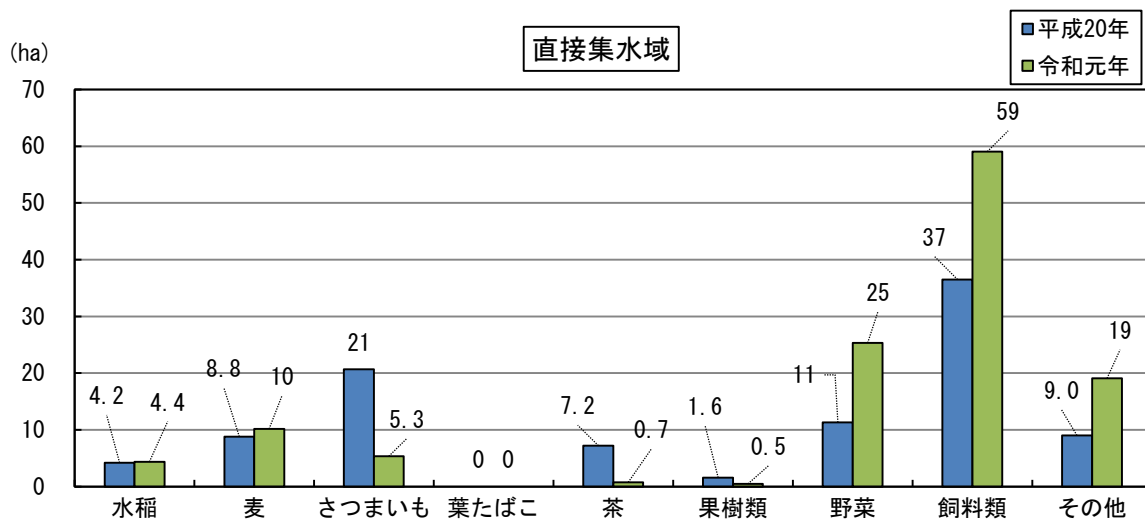
令和元年の作物別作付面積は、茶 774 ha、さつまいも 18 ha、飼料類 17 ha などで合計 829 ha となっており、平成 20 年と比べると約 1% 増加している。作物別では茶が最も多く、全体の約 93% を占めている。



資料：鹿児島農林水産統計年報（昭和 55 年～平成 18 年，九州農政局鹿児島統計情報事務所），九州農林水産統計年報（令和元年，九州農政局統計部），農林業センサス（農林水産省 センサス統計室）

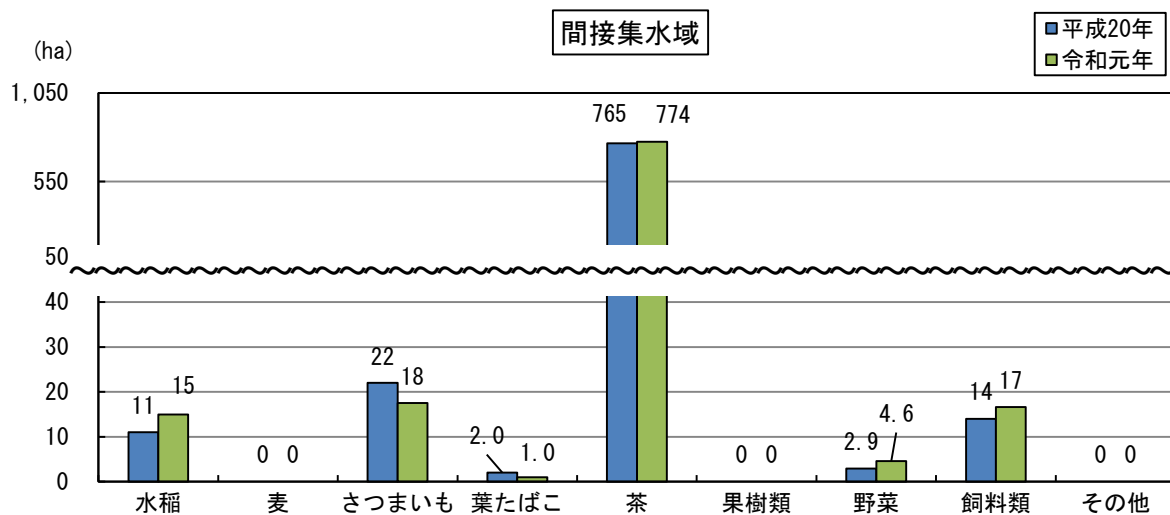
注：指宿地域は，平成 18 年指宿市合併以前の開聞町，山川町，指宿市の値である。令和元年の値は，九州農林水産統計年報における耕地面積の値を，H27 農林業センサス農業経営体の経営耕地の状況の値から按分した結果である。

図 VI-73 作付面積の推移



資料：市資料

図 VI-74 直接集水域の主要作物の作付面積（令和元年）



資料：市資料

図 VI-75 間接集水域の主要作物の作付面積（令和元年）

**(I) 家畜飼養頭数**

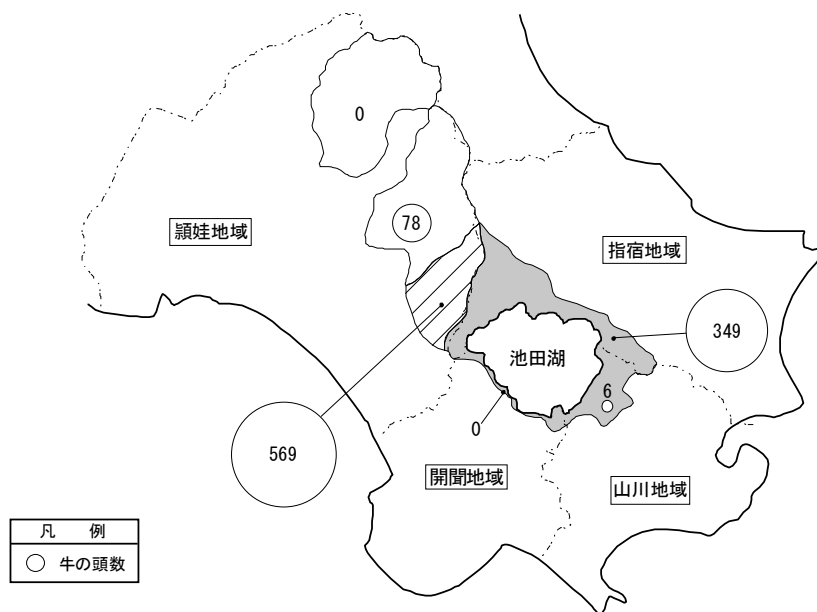
令和元年の集水域内の牛飼養頭数を図 VI-76 に、集水域内の豚飼養頭数を図 VI-77 に示す。また、集水域内の牛飼養頭数の推移を図 VI-78、集水域内の豚飼養頭数の推移を図 VI-79 に示す。

**a 直接集水域**

令和元年の飼養頭数は、牛 355 頭、豚 800 頭であり、平成 20 年と比べると、牛は 76%、豚は 24%減少している。

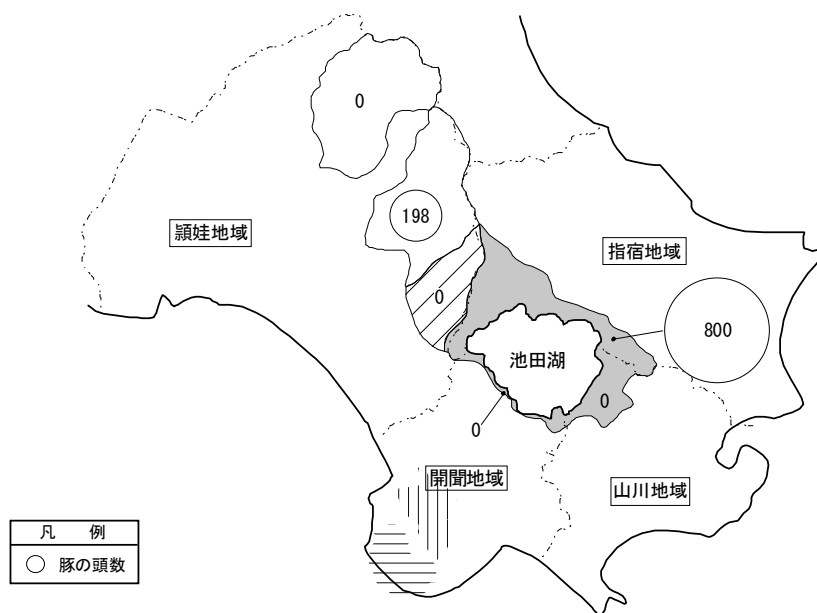
**b 間接集水域**

令和元年の飼養頭数は、牛 647 頭、豚 198 頭であり、平成 20 年と比べると、牛は 71%減少し、豚は 37%増加している。



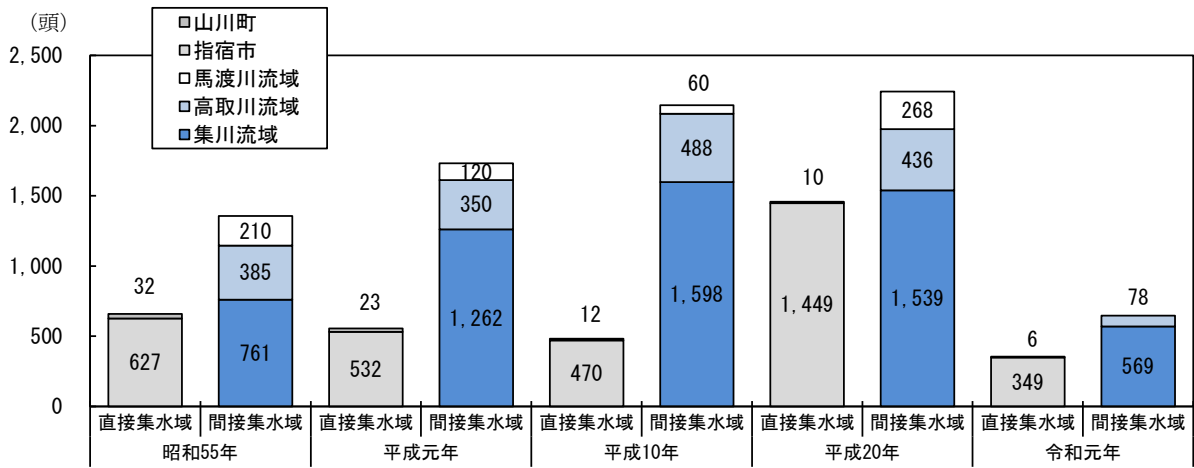
資料:市資料

図 VI-76 集水域内の牛飼養頭数（令和元年）



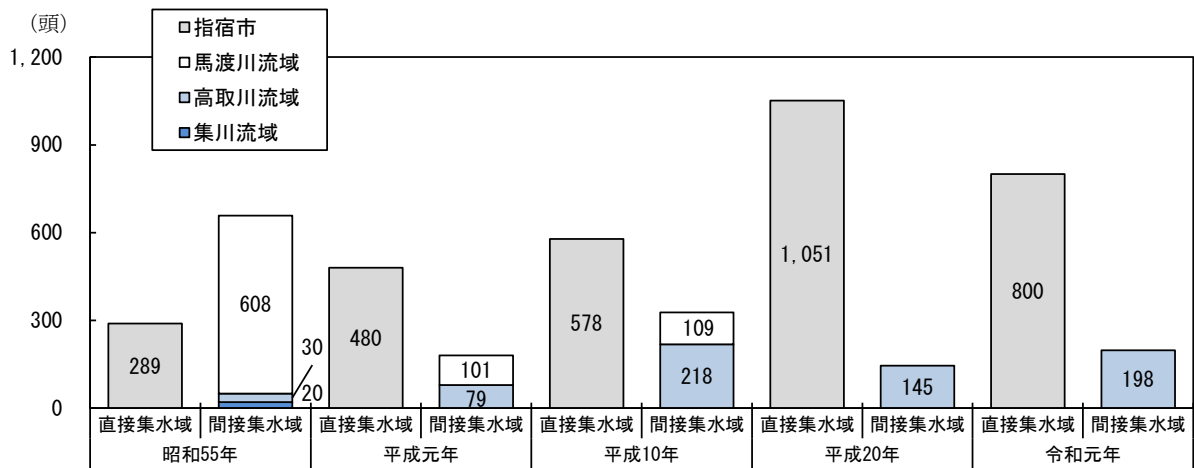
資料:市資料

図 VI-77 集水域内の豚飼養頭数（令和元年）



資料:市資料

図 VI-78 集水域内の牛飼養頭数の推移



資料:市資料

図 VI-79 集水域内の豚飼養頭数の推移

## ウ 林業

### (7) 指宿市及び南九州市

図 VI-80 に林野面積と林野率（令和元年）を，図 VI-81 に林野面積の推移を示す。

令和元年の指宿市の林野面積は 5,999ha で，林野率は 40% となっており，平成 18 年よりわずかに増加している。

一方，南九州市の林野面積は 18,782ha で，林野率は 52% となっており，平成 18 年よりわずかに増加している。

### (イ) 集水域

図 VI-82 に集水域内の林野面積と林野率（令和元年度）を，図 VI-83 に集水域内の林野面積の推移を示す。

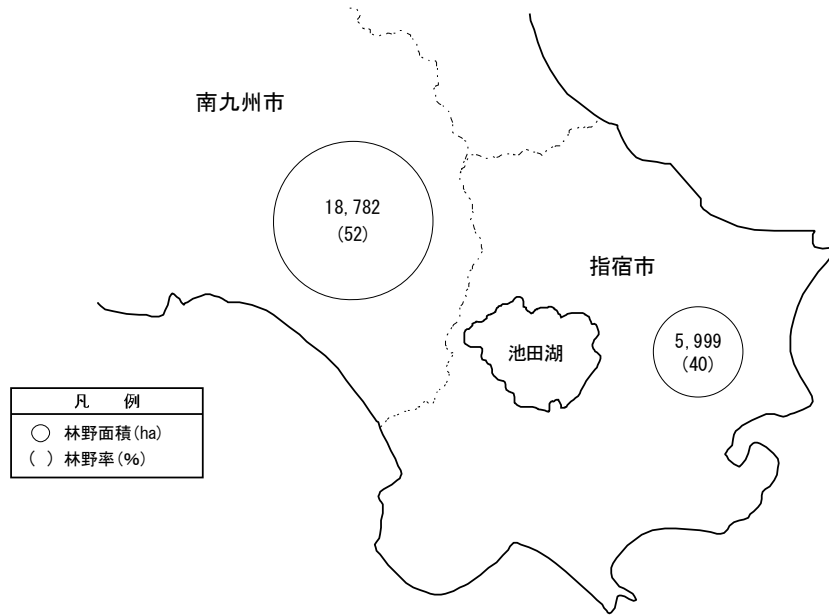
#### a 直接集水域

直接集水域における令和元年の林野面積は 832.8ha である。平成 20 年と比べると林野面積は 36% 増加している。

なお，平成 20 年と比較し，指宿地域では 331ha から 718ha，山川地域では 190ha から 9.8ha と大きく変動しているが，集計方法の変更によるものである。

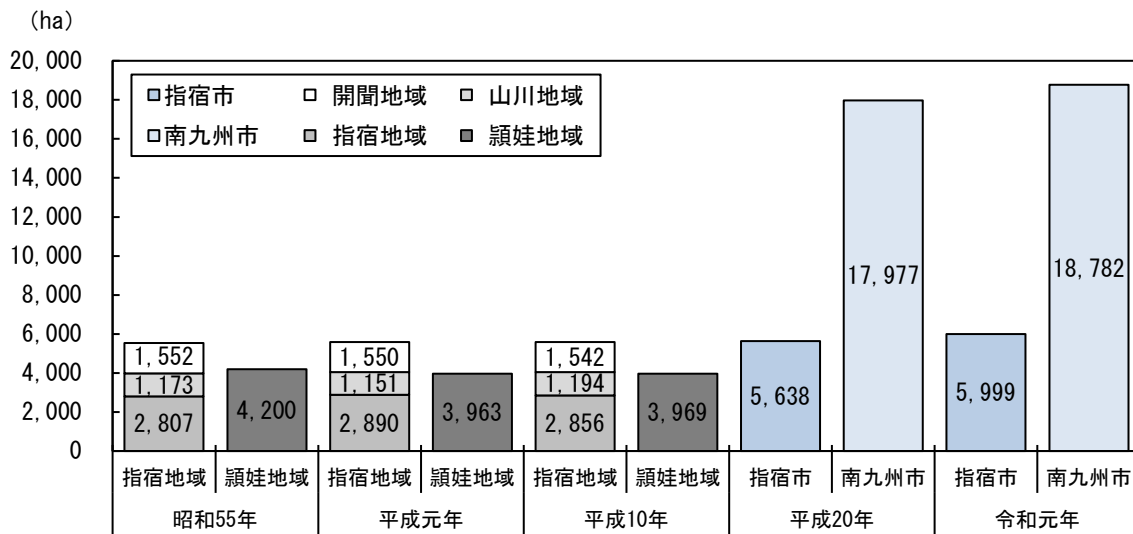
#### b 間接集水域

間接集水域における令和元年の林野面積は 1,407ha であり，平成 20 年と比べると林野面積は 18% 減少している。



資料：鹿児島県林業統計(県環境林務部)

図 VI-80 林野面積と林野率 (令和元年)

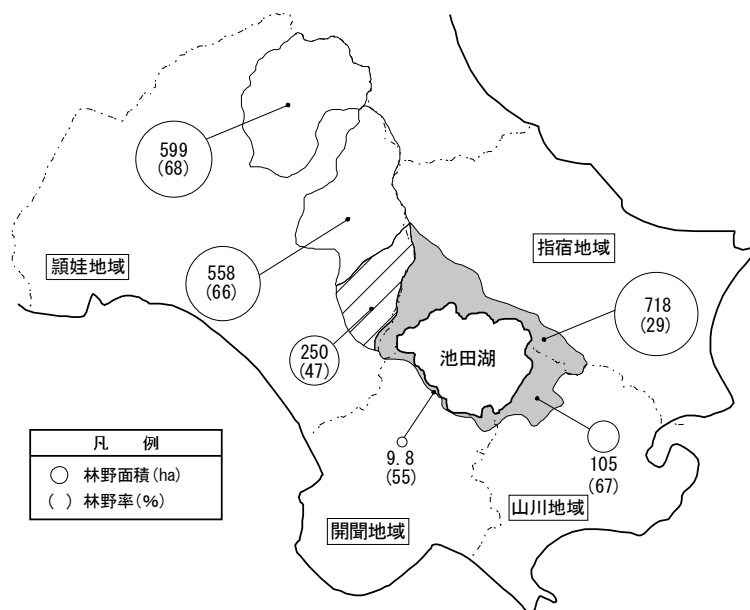


資料：鹿児島県林業統計(県環境林務部)

注：指宿地域は、指宿市合併（平成 18 年 1 月）以前の開聞町，山川町，指宿市の値であり，合計値は現在の指宿市の林野面積に相当する。顛娃地域は、揖宿郡顛娃町（平成 19 年以前）の林野面積である。

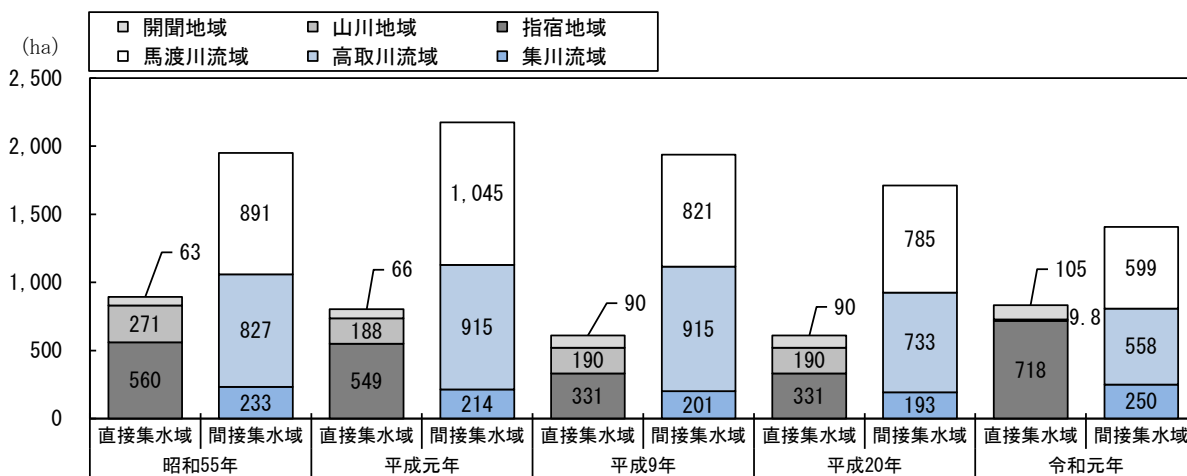
図 VI-81 林野面積の推移





資料：市資料

図 VI-82 集水域内の林野面積と林野率（令和元年度）



資料：市資料

図 VI-83 集水域内の林野面積の推移

エ 水産業

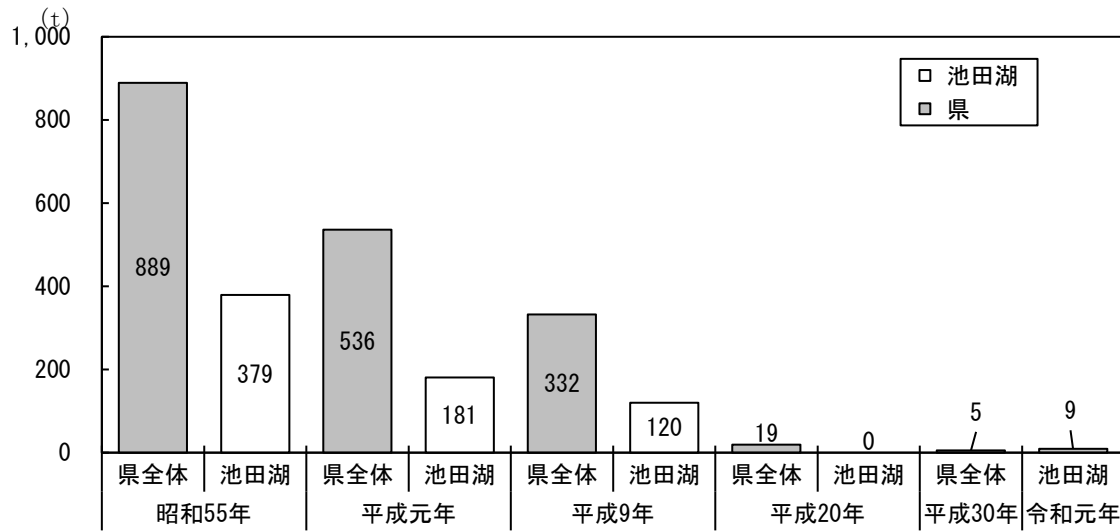
(7) 内水面養殖

図 VI-84 にコイの生産量の推移を示す。

池田湖内では、昭和 44 年から、いけすによるコイの養殖が行われ、昭和 55 年には指宿市小浜地先に 50 台（2 経営体）、山川町尾下地先に 65 台（1 経営体）の合計 115 台のいけすがあったが、県は池田湖の環境保全を図るため、昭和 59 年度以降いけすの免許台数の縮小等を行い、平成元年は 80 台、平成 5 年には 58 台と減少していた。その後、平成 18 年でコイの養殖は終了したが、平成 25 年より再開され、令和元年のコイの生産量は 9t/年となっている。

また、平成 20 年 9 月よりフナ（フナ）の養殖が免許されているが、令和元年の生産量は 0t/年である。

なお、昭和 55 年当時行われていた鰻（ウナギ）の養殖は現在行われていない。



資料：鹿児島農林水産統計年報及び県水産振興課

図 VI-84 コイの生産量の推移

(イ) その他

平成 10 年当時行われていたアユ（アユ）の種苗（卵 100kg）放流は現在行われていない。

オ 工業

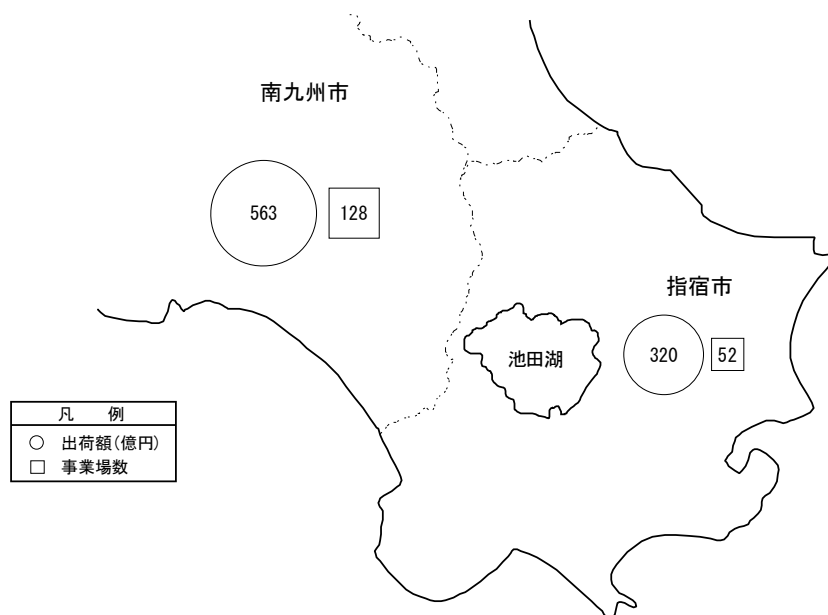
(7) 指宿市及び南九州市

図 VI-85 に工業製造品出荷額及び事業場数（平成 30 年）を，図 VI-86 に事業場数の推移を，図 VI-87 に業種別事業場数の構成比（平成 30 年）を示す。

平成 30 年の指宿市における従業員 4 人以上の事業場数は 52 であり，食品製造業が 34 事業場と最も多く，次いで飲料・飼料製造業の 6 事業場となっている。南九州市における従業員 4 人以上の事業場数は 128 であり，飲料・飼料製造業が 70 事業場と最も多い。

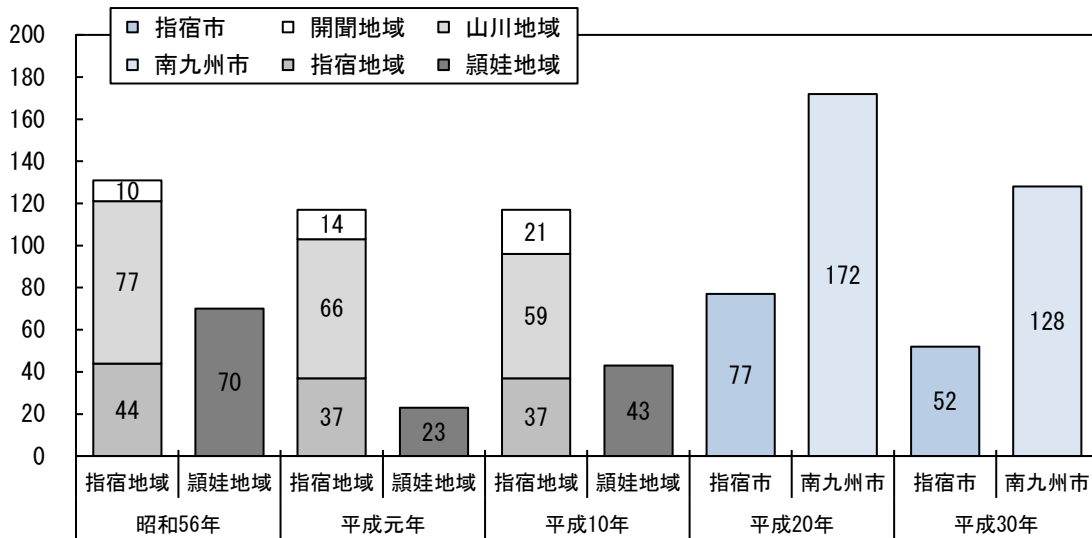
(イ) 集水域内の水質汚濁防止法に係る特定事業場

直接集水域内における，特定事業場は，旅館業における厨房施設が 1 事業場ある。また，間接集水域内では，旅館業における厨房施設が 1 事業場，洗たく業における洗浄施設が 1 事業場ある。



資料：工業統計調査（県企画部統計課）

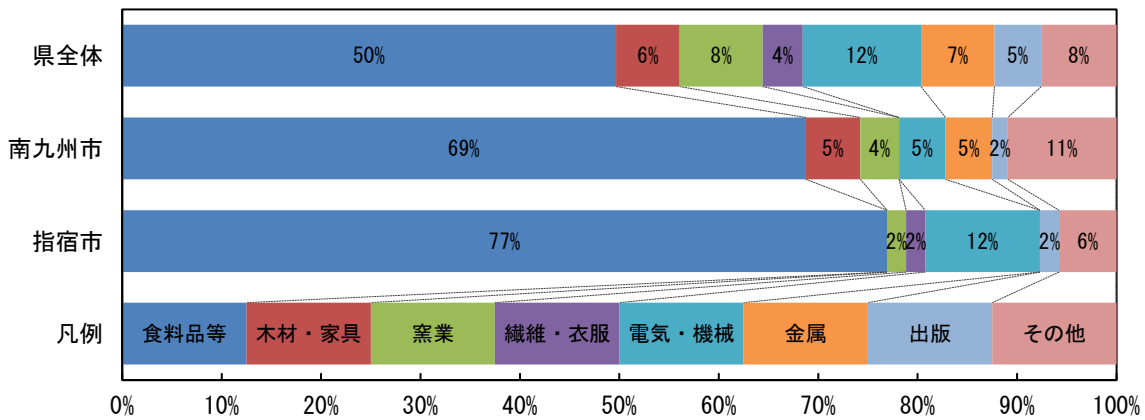
図 VI-85 工業製造品出荷額及び事業場数（平成 30 年）



資料：工業統計調査（県企画部統計課）

注：指宿地域は、指宿市合併（平成18年1月）以前の開聞町、山川町、指宿市の値であり、合計値は現在の指宿市の事業場数に相当する。顛娃地域は、指宿郡顛娃町（平成19年以前）事業場数である。

図 VI-86 事業場数の推移



資料：工業統計調査（県企画部統計課）

注）製造業の区分は下記のとおりとした。

食料品等：（産業中分類）09 食料品製造業，10 飲料・たばこ・飼料製造業

木材・家具：12 木材・木製品製造業，13 家具・装備品製造業

窯業：21 窯業・土石製品製造業

繊維・衣服：11 繊維工業

電気・機械：25 はん用機械器具製造業，26 生産用機械器具製造業，27 業務用機械器具製造業，28 電子部品・デバイス・電子回路製造業，29 電気機械器具製造業，30 情報通信機械器具製造業，31 輸送用機械器具製造業

金属：22 鉄鋼業，23 非鉄金属製造業，24 金属製品製造業

出版：15 印刷・同関連業

その他：14 パルプ・紙・紙加工品製造業，16 化学工業，17 石油製品・石炭製品製造業，18 プラスチック製品製造業，19 ゴム製品製造業，20 なめし革・同製品・毛皮製造業，32 その他の製造業

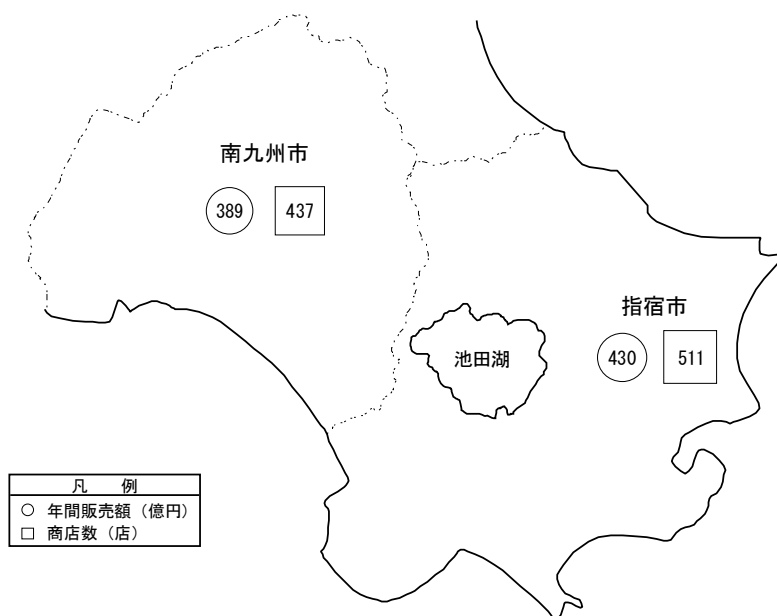
図 VI-87 業種別事業場数の構成比（平成30年）

カ 商業

(7) 指宿市及び顛娃地域

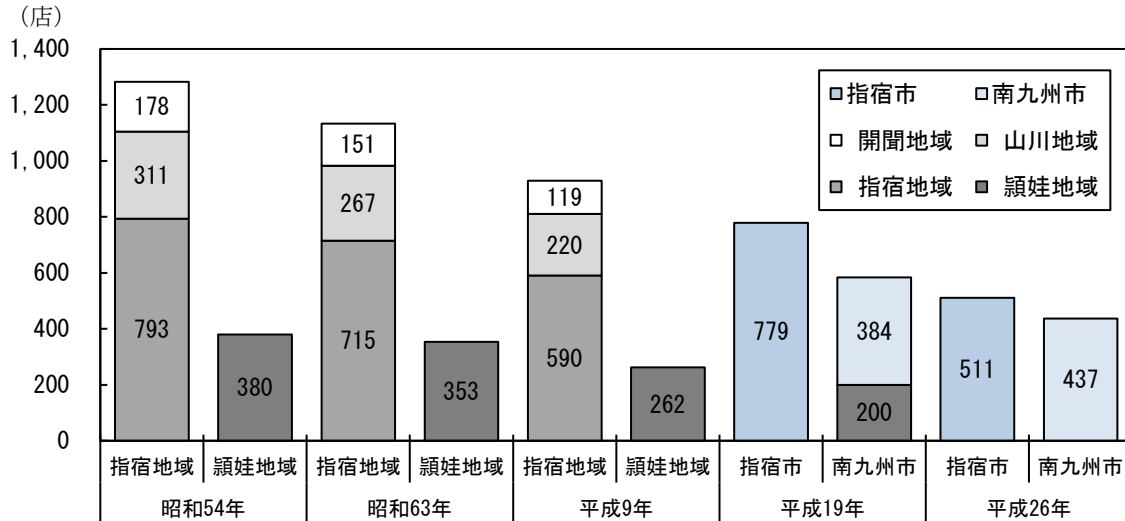
卸売業及び小売業について、図 VI-88 に年間販売数及び商店数（平成 26 年）を、図 VI-89 に商店数の推移を、図 VI-90 に年間販売額の推移を、図 VI-91 に業種別商店数の構成比（平成 26 年）を示す。

平成 26 年の指宿市における商店数は 511 店で、平成 19 年と比べると約 34%減少している。年間の販売額は 430 億円で平成 19 年と比べると約 20%減少している。顛娃地域が属する南九州市についても商店数は 437 店で、平成 19 年と比べると約 25%減少しており、年間の販売額は 389 億円で平成 19 年と比べると約 6%減少している。



資料：鹿児島県の商業（県企画部統計課）

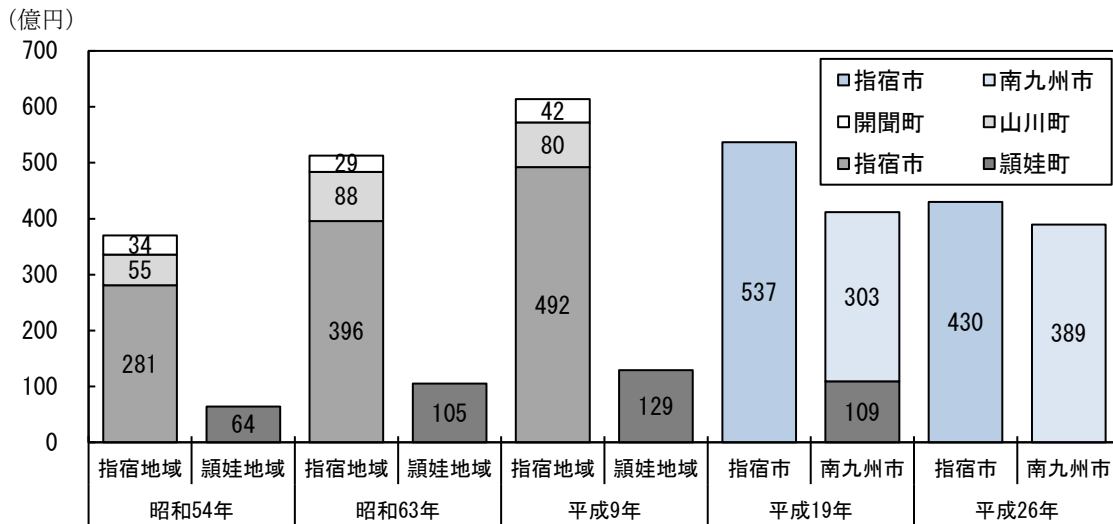
図 VI-88 年間販売数と商店数（平成 26 年）



資料：鹿児島県の商業（県企画部統計課）

注：指宿地域は、指宿市合併（平成18年1月）以前の開聞町、山川町、指宿市の値であり、合計値は現在の指宿市の商店数に相当する。顛娃地域は、揖宿郡顛娃町（平成19年以前）の商店数である。平成19年の南九州市は顛娃郡顛娃町の商店数（200店）に川辺郡知覧町及び川辺郡川辺町の商店数（384店）を合計し、南九州市の商店数とした。

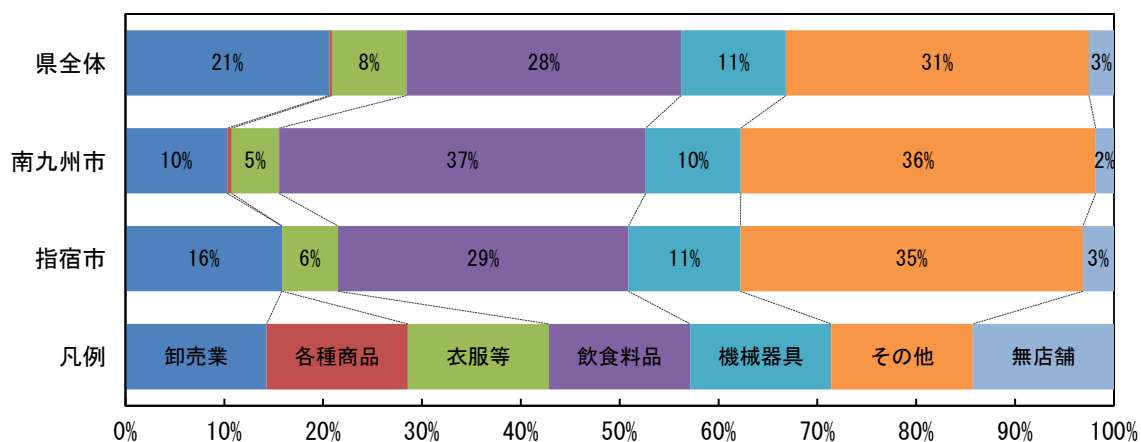
図 VI-89 商店数の推移



資料：鹿児島県の商業（県企画部統計課）

注：指宿地域は、指宿市合併（平成18年1月）以前の開聞町、山川町、指宿市の値であり、合計値は現在の指宿市の販売額に相当する。顛娃地域は、揖宿郡顛娃町（平成19年以前）の販売額である。平成19年の南九州市は顛娃郡顛娃町の販売額（109億円）に川辺郡知覧町及び川辺郡川辺町の販売額（303億円）を合計し、南九州市の販売額とした。

図 VI-90 年間販売額の推移



資料：鹿児島県の商業（県企画部統計課）

注：小売業の区分は下記のとおりとした。

各種商品：（産業中分類）56 各種商品小売業（百貨店，総合スーパー等）

衣服等：57 織物・衣服・身の回り品小売業

飲食料品：58 飲食料品小売業

機械器具：59 機械器具小売業

その他：60 その他の小売業（家具，医薬品・化粧品，農耕用品，燃料，書籍・文房具，スポーツ用品・がん具・娯楽用品・楽器，写真機・時計・眼鏡等）

無店舗：61 無店舗小売業（通信販売，訪問販売，自動販売機等）

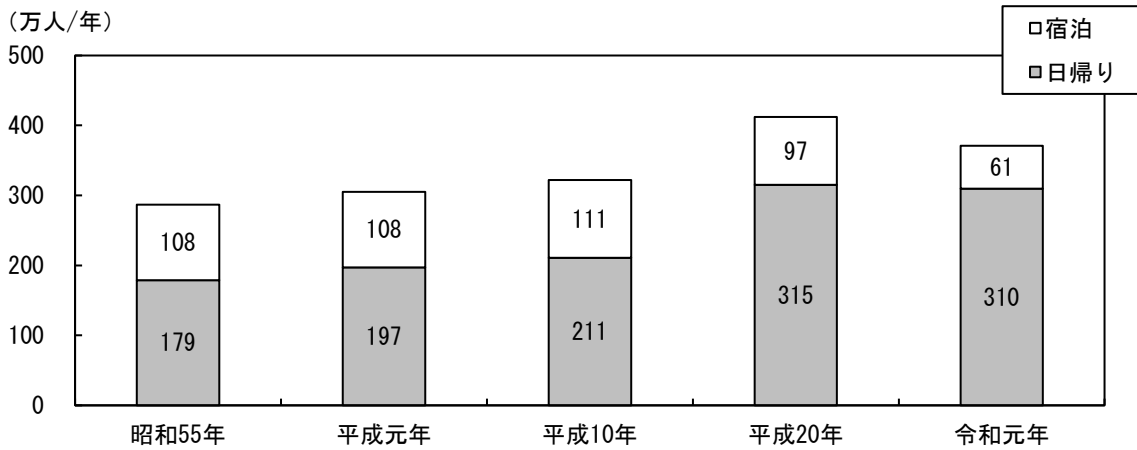
図 VI-91 業種別の商店数構成比（平成 26 年）

キ 観光

(7) 指宿市及び顛娃地域

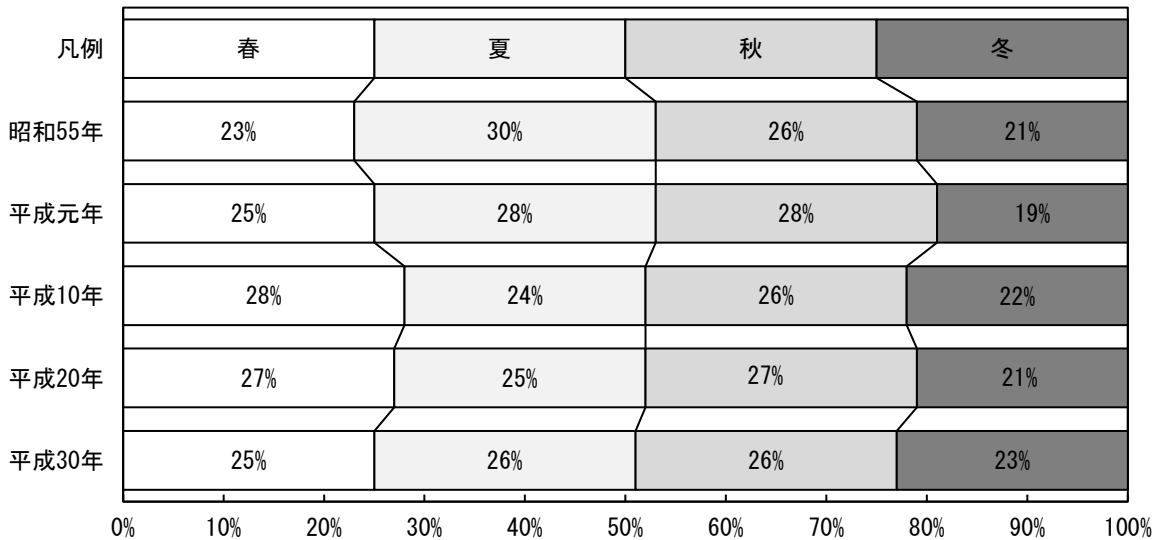
図 VI-92 に観光客入込数の推移（指宿市）を，図 VI-93 に県外観光客入込数の季節別構成比の推計（県計）を示す。

令和元年の指宿市への観光客入込数は 371 万人で，平成 20 年と比較すると，日帰り客数は概ね横ばいであるが，宿泊客数は約 37%減少している。県外観光客入込数の季節別構成比を県全体でみると冬季に低い傾向がある。



資料：統計いぶすき（指宿市 総務部市長公室広報統計係）

図 VI-92 観光客入込数の推移（指宿市）



資料：鹿児島県の観光の動向～鹿児島県観光統計～（県 PR・観光戦略部観光課）

図 VI-93 県外観光客入込数の季節別構成比の推計（県計）



(3) 土地利用状況

ア 自然公園法に基づく指定地域

図 VI-94 に示すように、直接集水域の大部分が国立公園の第 2 種特別地域として指定されている。

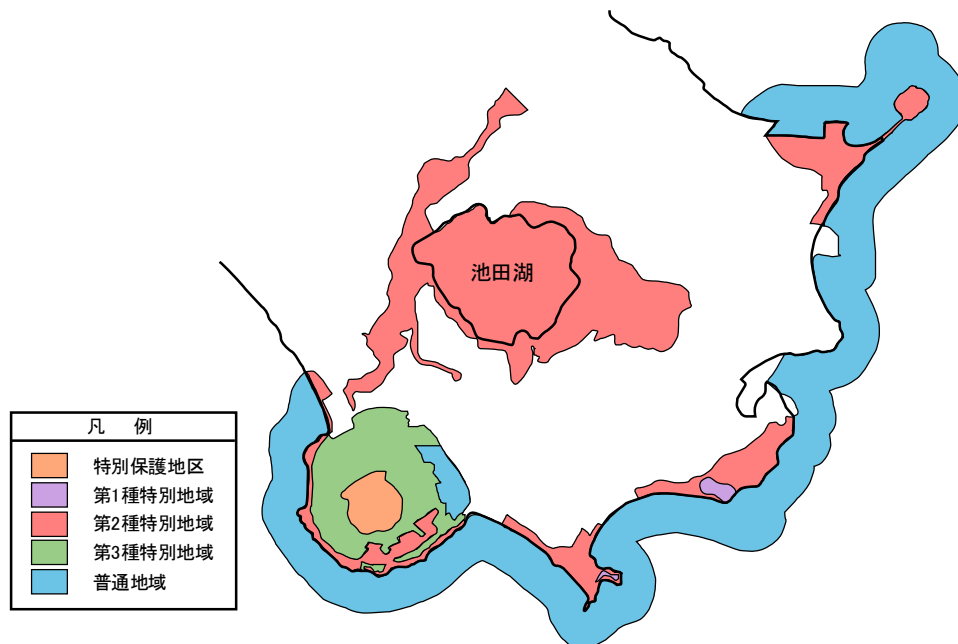


図 VI-94 自然公園法に基づく指定地域

イ 湖岸改変（利用）

湖岸延長 15.0km の 86% が国立公園の特別地域に指定されており、3m 以上の崖の部分が多いことから自然湖岸が 85%、半自然湖畔が 15% と人工湖岸が全くない自然度の高い湖岸となっている。水際線から 100m までの陸域部分の土地利用状況を水際線の長さでみると自然地のうち樹林地が 62%、その他の自然地が 5%、農業地が 19%、市街地・その他が 15% となっている。

表 VI-45 池田湖岸の改変（利用）状況（平成 3 年）

区分	湖岸改変状況			土地利用状況			
	自然湖岸 (崖以外)	自然湖畔 (崖 3m 以上)	半自然 湖畔	自然地		農業地	市街地 その他
				樹林地	その他		
湖岸延長 (km)	8.0	4.7	2.3	9.3	0.7	2.8	2.2
割合 (%)	53	31	15	62	5	19	15

資料：湖沼調査報告書（環境省）

注：自然湖畔 水際線及びこれに隣接する幅 20m の陸域が人工によって改変されておらず、自然の状態を保持している湖岸。

半自然湖畔 水際線は自然状態であるが、これに接する幅 20m の陸域が人工によって改変されている湖岸。

人工湖岸 水際線がコンクリート護岸、矢板等の人工構築物でできている湖岸。

ウ 土地利用規制の状況

表 VI-46 に土地利用基本計画と個別土地利用規制法との関係を示す。

国土利用計画法においては、土地の利用又は開発行為等については直接その規制を行わず、都市計画法そのほかの個別規制法によって開発行為の許可制などによる土地利用規制を行っている。

表 VI-46 土地利用基本計画と個別土地利用規制法との関係

土地利用基本計画	個別規制法	地域区分の概要	利用規制																
都市地域	都市計画法	(1) <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="border: none;">┌</td> <td style="border: none;">ア 市街化区域</td> <td style="border: none;">└</td> <td style="border: none;">地域</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">└</td> <td style="border: none;">イ 市街化調整区域</td> <td style="border: none;">┌</td> <td style="border: none;">地区</td> </tr> </table> (2) その他の都市計画区域 ただし市街化調整区域には用途地域を定めないので原則	┌	ア 市街化区域	└	地域	└	イ 市街化調整区域	┌	地区	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 開発行為の許可制</li> </ul>								
┌	ア 市街化区域	└	地域																
└	イ 市街化調整区域	┌	地区																
農業地域	農業振興地域の整備に関する法律	農業振興地域———農用地区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 農用地利用計画の用途に供すべき旨の勧告</li> <li>・ 転用の制限</li> <li>・ 農地法による許可制</li> </ul>																
森林地域	森林法	(1) 保安林 (2) 保安施設地区 (3) 地域森林計画対象民有林	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 立木の伐採、土地の地質の変更等の許可制</li> </ul>																
自然公園地域	自然公園法	(1) 国立公園 <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="border: none;">┌</td> <td style="border: none;">ア 特別地域</td> <td style="border: none;">└</td> <td style="border: none;">特別保護地区</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">└</td> <td style="border: none;">イ 海域公園地区</td> <td style="border: none;">┌</td> <td style="border: none;">普通地域</td> </tr> </table> (2) 国定公園 <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="border: none;">┌</td> <td style="border: none;">ア 特別地域</td> <td style="border: none;">└</td> <td style="border: none;">普通地域</td> </tr> </table> (3) 県立自然公園 <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="border: none;">┌</td> <td style="border: none;">ア 特別地域</td> <td style="border: none;">└</td> <td style="border: none;">普通地域</td> </tr> </table>	┌	ア 特別地域	└	特別保護地区	└	イ 海域公園地区	┌	普通地域	┌	ア 特別地域	└	普通地域	┌	ア 特別地域	└	普通地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 特別地域、海域公園地区についての開発行為等の許可制</li> <li>・ 普通地域について開発行為等の届出、30日間の着手禁止</li> </ul>
┌	ア 特別地域	└	特別保護地区																
└	イ 海域公園地区	┌	普通地域																
┌	ア 特別地域	└	普通地域																
┌	ア 特別地域	└	普通地域																

## (4) 利水状況

池田湖は、観光資源や水産業の場としての利用以外では、現在のところ南薩畑地かんがい事業に係る取水等農業用水としての利用が主体となっている。

南薩畑地かんがい事業以外の取水としては、指宿市開聞仙田（開聞土地改良区）で明治 43 年から利用されてきた。令和元年度は、表 VI-47 に示すように開聞仙田で受益面積 143ha の水田用水として利用されている。

表 VI-47 農業用水取水状況（令和元年度）

地 域	取 水 量 (万 m <sup>3</sup> /年)	受益面積 (ha)	取 水 開 始	備 考
開 聞 仙 田	840.3	143	明治 43 年	開聞土地改良区

資料：県農政部農地整備課資料

なお、上水道用水としての湖水の直接利用はないが、池田湖畔で地下水の利用がなされている。地下水取水は指宿市の上水道用水（表 VI-48）としての利用であり、その他ではメディポリス指宿や指宿いわさきホテル等の利用がある。

表 VI-48 地下水取水状況（令和元年度）

地 域 名	計 画 取 水 量 (m <sup>3</sup> /日)	揚 水 量 (千 m <sup>3</sup> /年)	給 水 人 口 (人)
指 宿	23,700	8,650	26,324
山 川	1,389	506	1,498

資料：県保健福祉部生活衛生課資料

(5) その他の社会環境

鹿児島県は全国屈指の温泉県として知られており、指宿市などは特に有名であるが、池田湖集水域では間接集水域のアグリランドえいで利用しているのみである。

表 VI-49 温泉の概況（令和2年3月31日現在）

市名	地域名	温泉地名	源泉総数	利用源泉数	主泉質	地図の番号
指宿市	指宿	指宿	785	295	塩化物泉・単純温泉	①
		柴立	2	0	〃	②
	山川	成川	84	28	〃	③
		鰻	67	40	〃	④
		長崎鼻	32	4	〃	⑤
		伏目児ヶ水	75	35	〃	⑥
		利永	1	0	〃	⑦
		大山	4	0	〃	⑧
	開聞	川尻	9	4	〃	⑨
		十町	1	0	〃	⑩
南九州市	頰娃	頰娃	9	5	単純温泉・炭酸水素塩泉	⑪
県全体			2,749	1,193		

資料：県保健福祉部生活衛生課資料

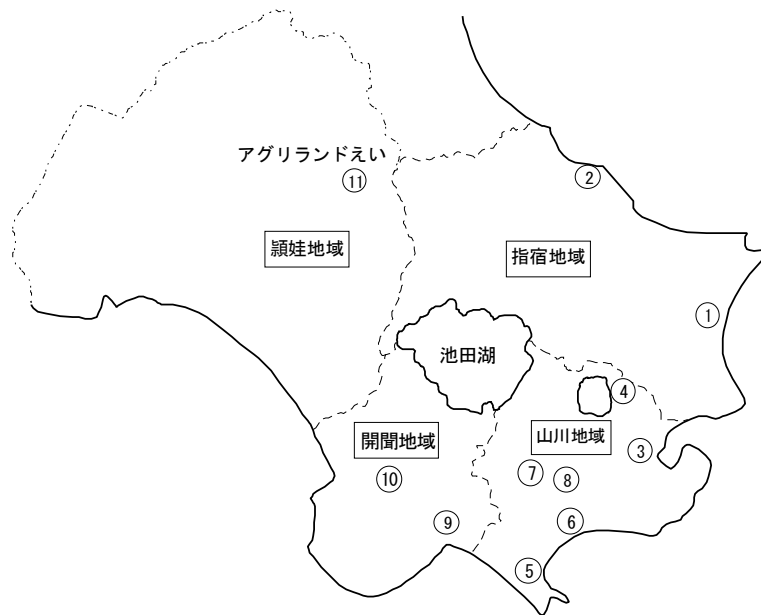


図 VI-95 温泉の分布