

## 資料

## 鹿児島県内河川の水温の長期傾向

## Long-term Trend of Water Temperature in Rivers in Kagoshima Prefecture

山田 正人 西 信一郎 吉田 健一

## 1 はじめに

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第5次評価報告書（2014年統合報告書公表）において、気候システムの温暖化については疑う余地がないとされ、近年、農業分野をはじめとして、温暖化による影響が各種報告されている。<sup>1)</sup>

また、2018年には「気候変動適応法」が施行され、地域気候変動適応センターの設置が求められ、本県においては2020年7月に本センターに「鹿児島県気候変動適応センター」が附属機関として設置された。

気候変動適応のためには、気候変動影響の状況を把握することが必須であるが、当センターにおいても、既報<sup>2)~5)</sup>で海域及び湖沼の水質等について長期傾向をとりまとめている。今回、河川水温の長期傾向について、40年間分のデータを簡単な統計的手法により整理・解析したので報告する。

## 2 方法

## 2.1 鹿児島県の河川の水温測定状況

本県では、公共用水域の水質測定を開始しおよそ半世紀となる。令和3年度の測定計画では、88地点で測定することとしており、このうち、82地点が毎年継続的に測定されている。なお、国土交通省が川内川及び肝属川の基準点と監視点（15地点）、鹿児島市が鹿児島市内の基準点と監視点（15地点）、鹿屋市が肝属川の調査点（12地点）、県がその他の基準点の測定を実施している。

県や国土交通省の測定している河川は測定開始当初は、多くの地点が毎月測定していたものの、効率化・重点化により、年4回から年6回測定に変更された地点が少なくない。また、効率化により測定回数を減らした折に測定月が変更となり、継続性を追えない河川も出てきている。

## 2.2 解析データ

当センターで整備している「公共用水域水質測定結果管理システム」の河川データは1981年度測定結果から電子データで蓄積されているため、解析期間は1981年度から2020年度までの40年間とした。

解析は年4回または年6回若しくは毎月測定されている地点で、各測定月の40年間のデータのうち欠測が1割以下(当該月のデータが36個以上存在)の地点に絞って実施した。なお、欠測が1割より多い月のデータは除外するとともに、年4回以上で四季にそれぞれ1回以上測定されている地点について解析した(春：3～5月、夏：6～8月、秋：9～11月、冬：12～2月)。月別も実施したが、この場合は年3回以下の地点も含めて解析した。

欠測は、欠測月の直近過去5年間平均値を補填した。なお、1985年までの欠測はそれ以前の平均値とした。

また、当該月に2回測定している場合は、原則、先に測定しているデータを採用した。

## 2.3 解析地点

気温の解析を実施した3地点（鹿児島地方气象台、阿久根特別地域気象観測所、枕崎特別地域気象観測所）を図1に、河川水温の解析を実施した51地点を表1及び図2に示す。

2.2解析データで示した条件に当てはまる地点は、46地点であった。月別解析では、継続的に測定されている月が3ヶ月であった5地点を加えて解析した。

## 2.4 解析項目

解析項目は、月平均気温、河川水温とした。水温については、月毎のデータ、年平均値について解析した。

従前、気温については、季節毎、月毎に解析を実施した際に上昇割合が季節毎、月毎で相違があり、水温は気温に大きく関連すると考えられるため、水温についても

月毎に解析した。なお、気象庁が公表している継続性のある月平均値の気温データがある3地点（鹿児島、阿久根、枕崎 [図1]）について、月毎の40年間あたりの気温上昇を回帰直線により算出した。また、鹿児島の気温データは観測箇所の移動により継続性を補完するため、鹿児島地方気象台から移動前のデータ（1993年以前のデータ）を補正したデータを提供していただき使用した。



図1 気象観測地点

表1 解析対象地点

河川名	地点名	河川名	地点名
1 米之津川	米之津橋	26 甲突川	岩崎橋
2 高尾野川	出水大橋	27	松方橋
3 折口川	田島橋*	28 稲荷川	黒葛橋
4 高松川	浜田橋*	29	実方橋
5 川内川	栗野	30	水車入口橋
6	曾木の滝上流	31 思川	青木水流橋
7	神子	32 別府川	岩淵橋
8	斧渕	33 網掛川	田中橋
9	中郷	34 天降川	新川橋
10	小倉	35 中津川	犬飼橋
11 羽月川	花北	36 検校川	検校橋
12 五反田川	五反田橋	37 本城川	中州橋
13 八房川	川上橋*	38 肝属川	河原田橋
14 大里川	恵比寿橋*	39	俣瀬橋
15 神之川	大渡橋	40	第二有明橋
16 万之瀬川	両添橋	41 串良川	串良橋
17	轟橋*	42	檜田橋
18	花川橋	43	下谷川
19	万之瀬橋	44	始良川
20 加世田川	田中橋	45	高山川
21 花渡川	上水道取水口	46 田原川	河口300m上流
22	花渡橋	47 菱田川	菱田橋
23 和田川	潮見橋	48 安楽川	安楽橋
24 永田川	新永田橋	49 前川	権現橋
25 新川	第二鶴ヶ崎橋	50 大淀川	新割田橋
		51 横市川	宝来橋

\* 月別のみ解析（四季に各1回以上測定なし）

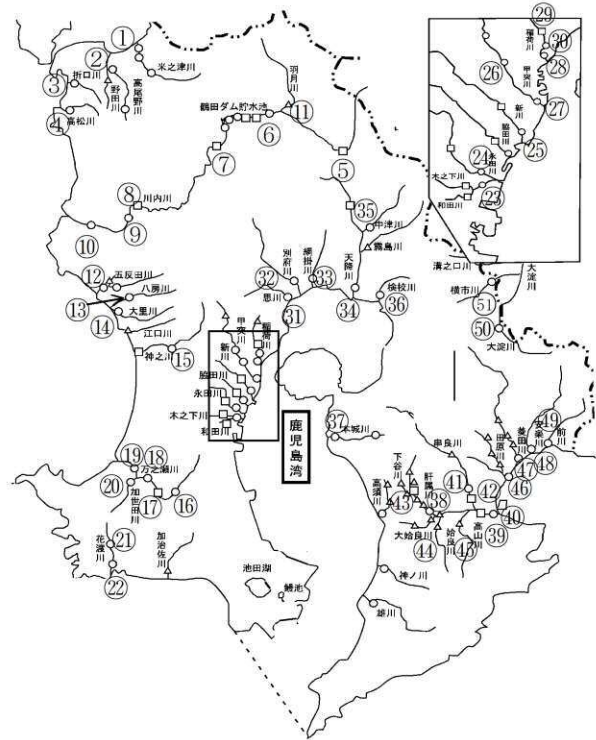


図2 解析地点

2. 5 解析方法

河川の水温の上昇または下降の判定をする条件として、回帰直線で傾きを求め、正負（河川の水温の上昇または下降）を判定し、気象庁が気温上昇等の評価で示している下記の「信頼水準」<sup>6)</sup>①~④により評価した。

- ① 99%以上で有意（P値：0.01以下）→  
「上昇（下降）している」
- ② 95%以上で有意（P値：0.05以下）→  
「上昇（下降）傾向が現れている」
- ③ 90%以上で有意（P値：0.1以下）→  
「上昇（下降）しているとみられる」
- ④ 上記以外（P値：0.1より大きい）→  
「変化傾向は見られない」

また、全国の状況と比較するため、湯浅が「気候変動が全国の河川水溫に及ぼす影響」で報告<sup>7)</sup>している条件を参考にして次により評価した。

- ① 1980年代と2010年代で平均値に正または負の有意な水準差がある場合は、上昇または下降とする。（マン-ホイットニーのU検定，有意確率0.05未満）。
- ② 年次と水溫の回帰直線の傾きが正である場合は上昇，負である場合は下降とする。（ピアソン相関）
- ③ 年代別平均値が1980年代<1990年代<2000年代<2010年代の順になっている場合は上昇とし，逆の順になっている場合は下降とする。

その他に、スピアマン順位相関係数及びケンドール順位相関係数とそれぞれの統計量の有意確率等を気象庁の気温上昇の判定により各々を評価した。

なお、全ての分析対象地点について、水温上昇または下降の判定とともに、水温変化を「40年間の水温変化(°C)」として年次と水温の回帰直線の傾き(1年あたりの平均的な水温変化)に40年を乗じて算出した。

### 3 結果と考察

#### 3.1 気温の長期トレンド

気象庁の気温データを用いて、鹿児島、阿久根、枕崎の3地点の1981年4月から2021年3月の月平均気温の推移を図3に示した。

グラフより、鹿児島が0.70°C/40年、阿久根が0.75°C/40年、枕崎が0.49°C/40年と気温の上昇傾向が見られる。

また、福岡管区気象台が公表している「九州・山口県の気候変動監視レポート2020」<sup>8)</sup>の「平均気温の長期変化傾向(表2)」から春と秋に気温上昇傾向が強いことがわかる。鹿児島、阿久根、枕崎の3地点の1981年4月から2021年3月の月別気温上昇を図4に示す。10月と2月または3月に大きなピークがある気温上昇傾向を示している。最も気温上昇傾向の強い月と弱い月では、1.2~1.5°C/40年の差があり、月により気温上昇傾向に大きな差があることが覗える。このことにより、河川水温も月別に上昇傾向の違いがあることが推察される。

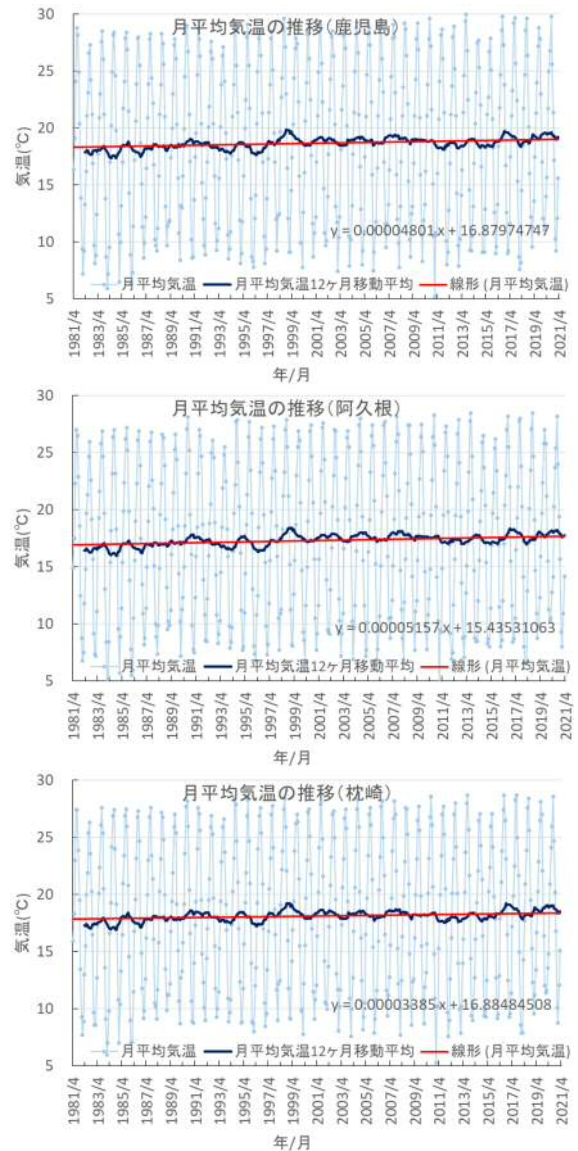


図3 月平均気温の推移

表2 平均気温の長期変化傾向(鹿児島、名瀬、阿久根、枕崎、屋久島、種子島、沖永良部)

平均気温	単位	年	春 (3~5月)	夏 (6~8月)	秋 (9~11月)	冬 (12~2月)	統計期間 (年)
鹿児島	°C/100年 (°C/50年* <sup>1</sup> )	1.88 (0.94)	2.02 (1.01)	1.68 (0.84)	2.16 (1.08)	1.65 (0.83)	1884~2020
名瀬	°C/100年 (°C/50年* <sup>1</sup> )	0.97 (0.49)	0.85 (0.43)	1.16 (0.58)	1.15 (0.58)	0.79 (0.40)	1898~2020
阿久根	°C/50年	0.80	0.83	0.72	0.89	0.77	1940~2020
枕崎	°C/50年	0.81	0.86	0.71	0.95	0.77	1924~2020
屋久島	°C/50年	0.62	0.50	0.52	0.58	0.85	1938~2020
種子島	°C/50年	0.84	0.80	0.74	0.96	0.80	1949~2020
沖永良部	°C/50年	0.68	0.40* <sup>2</sup>	0.56	0.93	0.86	1970~2020
日本の平均* <sup>3</sup> (気象庁15観測点)	°C/100年 (°C/50年* <sup>1</sup> )	1.26 (0.63)	1.49 (0.75)	1.14 (0.57)	1.26 (0.63)	1.19 (0.60)	1898~2020

※ 「九州・山口県の気候変動監視レポート2020」(福岡管区気象台)185ページに掲載。

沖永良部の春(\*<sup>2</sup>)以外は、変化傾向が信頼度水準95%で有意である。

\*<sup>1</sup> 100年あたりの変化(°C)に1/2を乗じて50年あたりの変化(°C)を算出

\*<sup>3</sup> 「気候変動監視レポート2020」(気象庁)<sup>6)</sup>

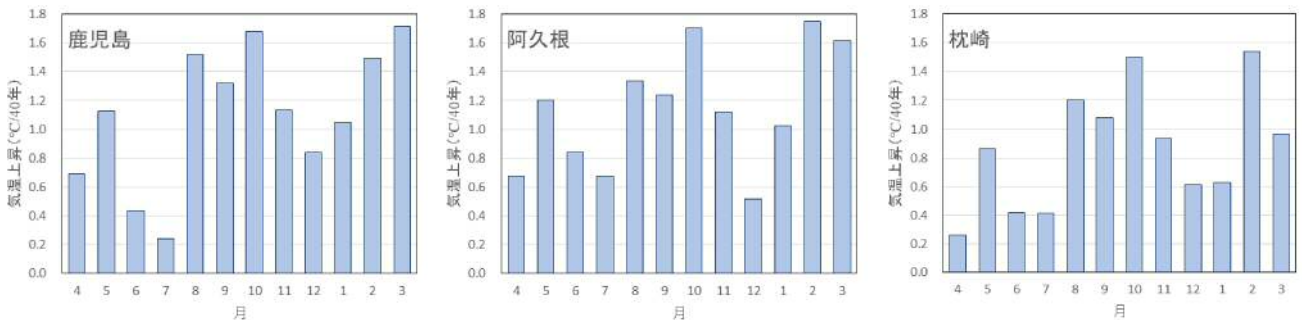
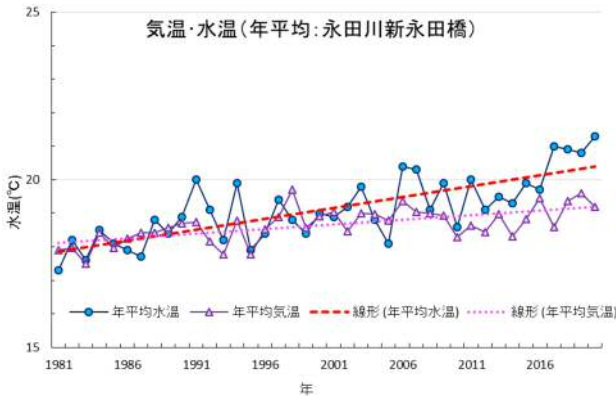


図4 月別の気温上昇（1981年4月から2021年3月）



※ 気温は鹿児島地方気象台における年平均値

図5 気温及び永田川新永田橋の年平均水温の推移

3. 2 河川水温の長期トレンド

表3に河川水温の上昇下降の解析結果を示す。また、河川水温の上昇が顕著であった永田川新永田橋の気温・水温のトレンド解析結果を例として図5に示す。

3. 2. 1 河川水温の上昇下降傾向

回帰直線から求めた40年当たりの河川水温の上昇下降は、 $-2.25 \sim 3.26^{\circ}\text{C}/40\text{年}$ であった。99%以上で有意に上昇している河川（上昇している）が15地点、95%以上で有意に上昇している河川（上昇傾向が現れている）が9地点、90%以上で有意に上昇している河川（上昇しているとみられる）が2地点であった。また、99%以上で有意に下降している河川（下降している）が1地点、95%以上で有意に下降している河川（下降傾向が現れている）が1地点、90%以上で有意に下降している河川（下降しているとみられる）が2地点であった。上昇していると上昇傾向が現れているを合わせると解析した46地点のうち24地点52.2%と過半数以上となっている。一方、下降していると下降傾向が現れているを合わせると2地点4.3%となり、明らかに河川水温が上昇傾向にある河川が多くなっている。

なお、鹿児島市内河川（地点NO. 23～30の8地点）の

地点においては、甲突川岩崎橋以外は河川水温が上昇傾向にあることが特徴的である。これは、環境省の「気候変動による水質等への影響解明調査報告<sup>9)</sup>」に記載があるように、人口集積地ではヒートアイランド効果、人工排熱影響等により、水温が上昇していると考えられる。

3. 2. 2 河川水温の上昇下降傾向の全国との比較

湯浅は、「気候変動が全国の河川水温に及ぼす影響」の報告で、分析対象地点3121地点のうち997地点31.9%で冬季または夏季に水温の上昇が認められ、109地点3.5%で冬季または夏季に水温の下降が認められたと報告している。本県の上昇下降の判定に湯浅の条件を当てはめた場合、表3の3条件の欄に示すとおり、上昇が5地点10.9%、下降した地点は無しと少なくなっている。湯浅は、夏季、冬季別々に解析するとともにどちらかで上昇または下降した場合を条件としているため多くしているものと考えられる。両季節とも上昇している地点は167地点5.4%と本県より少なくなっている。両季節とも下降している地点は3地点0.1%と本県と同様な割合となっている。

3. 2. 3 スピアマン及びケンドール順位相関係数における評価

線形回帰分析法は、外れ値の影響を受けやすいとされており、一方、スピアマンやケンドール順位相関係数は影響を受けにくいとされている。このため、参考にスピアマン検定法（以下「S法」という。）とケンドール検定法（以下「K法」という。）のノンパラメトリック検定法による評価も行った。その結果を表4に示した。

99%以上で有意に上昇している河川（上昇している）が、S法で16地点、K法で14地点であり、線形回帰分析法の15地点とほぼ同数であった。95%以上で有意に上昇している河川（上昇傾向が現れている）が、S法で3地点、K法で4地点であり、線形回帰分析法の9地点より、少なくなっている。また、90%以上で有意に上昇してい



表3 河川水温の上昇下降の解析結果 (線形回帰分析法等)

地点 NO.	河川名	地点名	40年間の 水温変化 (°C/40年)	線形回帰分析法			マン-ホイットニーのU検定		年代別 平均値 順	3条件
				相関係数	P値	傾向	P値	傾向		
1	米之津川	米之津橋	0.02	0.005	0.9757		0.3847			
2	高尾野川	出水大橋	-1.09	-0.317	0.0462	下降傾向	0.0284	下降傾向		
3	折口川	田島橋*	-	-	-	-	-	-	-	
4	高松川	浜田橋*	-	-	-	-	-	-	-	
5	川内川	栗野	1.07	0.327	0.0397	上昇傾向	0.3847			
6		曾木の滝上流	1.24	0.531	0.0004	上昇	0.0032	上昇		
7		神子	0.15	0.048	0.7654		0.7055			
8		斧渕	0.73	0.230	0.1534		0.4963			
9		中郷	1.52	0.568	0.0001	上昇	0.0022	上昇	上昇	
10		小倉	1.17	0.434	0.0052	上昇	0.0028	上昇		
11	羽月川	花北	1.19	0.335	0.0348	上昇傾向	0.2265			
12	五反田川	五反田橋	0.95	0.234	0.1469		0.0757	上昇とみられる		
13	八房川	川上橋*	-	-	-	-	-	-	-	
14	大里川	恵比寿橋*	-	-	-	-	-	-	-	
15	神之川	大渡橋	-2.25	-0.494	0.0012	下降	0.0013	下降		
16	万之瀬川	両添橋	0.29	0.083	0.6098		0.6501			
17		轟橋*	-	-	-	-	-	-	-	
18		花川橋	1.45	0.535	0.0004	上昇	0.0082	上昇		
19		万之瀬橋	0.94	0.337	0.0334	上昇傾向	0.2265			
20	加世田川	田中橋	0.73	0.190	0.2413		0.8206			
21	花渡川	上水道取水口	0.36	0.120	0.4590		0.9097			
22		花渡橋	1.32	0.334	0.0353	上昇傾向	0.3075			
23	和田川	潮見橋	0.67	0.263	0.1017		0.0041	上昇		
24	永田川	新永田橋	2.61	0.760	0.0000	上昇	0.0002	上昇	上昇	
25	新川	第二鶴ヶ崎橋	3.26	0.780	0.0000	上昇	0.0002	上昇		
26	甲突川	岩崎橋	-0.42	-0.195	0.2286		0.4727			
27		松方橋	0.79	0.268	0.0947	上昇とみられる	0.0140	上昇傾向		
28	稻荷川	黒葛橋	1.26	0.490	0.0013	上昇	0.0022	上昇	上昇	
29		実方橋	1.99	0.665	0.0000	上昇	0.0002	上昇	上昇	
30		水車入口橋	1.87	0.722	0.0000	上昇	0.0002	上昇	上昇	
31	思川	青木水流橋	1.90	0.464	0.0026	上昇	0.0343	上昇傾向		
32	別府川	岩淵橋	1.88	0.479	0.0018	上昇	0.0156	上昇傾向		
33	網掛川	田中橋	1.29	0.376	0.0169	上昇傾向	0.0312	上昇傾向	上昇	
34	天降川	新川橋	0.79	0.256	0.1108		0.0284	上昇傾向		
35	中津川	犬飼橋	-0.33	-0.101	0.5369		0.2899			
36	檢校川	檢校橋	0.04	0.010	0.9490		0.4274			
37	本城川	中州橋	2.07	0.439	0.0046	上昇	0.0140	上昇傾向	上昇	
38	肝属川	河原田橋	0.38	0.151	0.3536		0.9097			
39		俣瀬橋	2.00	0.506	0.0009	上昇	0.0343	上昇傾向		
40		第二有明橋	0.53	0.272	0.0889	上昇とみられる	0.4727			
41	串良川	串良橋	0.55	0.256	0.1103		0.5967			
42		樫田橋	2.40	0.601	0.0000	上昇	0.0007	上昇		
43	下谷川	田崎橋	0.43	0.230	0.1519		0.2123			
44	始良川	始良橋	1.37	0.381	0.0153	上昇傾向	0.0233	上昇傾向		
45	高山川	新前田橋	0.48	0.161	0.3200		0.6776			
46	田原川	河口300m上流	0.88	0.322	0.0429	上昇傾向	0.2899			
47	菱田川	菱田橋	0.78	0.316	0.0469	上昇傾向	0.1859			
48	安楽川	安楽橋	1.56	0.411	0.0085	上昇	0.0696	上昇とみられる		
49	前川	権現橋	1.21	0.324	0.0413	上昇傾向	0.2265			
50	大淀川	新割田橋	-1.18	-0.273	0.0891	下降とみられる	0.4497			
51	横市川	宝来橋	-1.14	-0.291	0.0685	下降とみられる	0.0343	下降傾向		
上昇地点数						15地点	11地点	7地点	5地点	
上昇傾向地点数						9地点	8地点	-	-	
上昇しているとみられる地点数						2地点	2地点	-	-	
下降しているとみられる地点数						2地点	0地点	-	-	
下降傾向地点数						1地点	2地点	-	-	
下降地点数						1地点	1地点	0地点	0地点	

\* 月別のみ解析 (四季に各1回以上測定なし)

表4 河川水温の上昇下降の解析結果（スピアマン及びケンドール順位相関係数）

地点 NO.	河川名	地点名	40年間の 水温変化 (°C/40年)	スピアマン検定			ケンドール検定		
				相関係数	P値	傾向	相関係数	P値	傾向
1	米之津川	米之津橋	0.02	0.075	0.6470		0.048	0.6625	
2	高尾野川	出水大橋	-1.09	-0.368	0.0197	下降傾向	-0.237	0.0311	下降傾向
3	折口川	田島橋*	-	-	-	-	-	-	-
4	高松川	浜田橋*	-	-	-	-	-	-	-
5	川内川	栗野	1.07	0.257	0.1089		0.181	0.0993	上昇とみられる
6		曾木の滝上流	1.24	0.535	0.0004	上昇	0.367	0.0009	上昇
7		神子	0.15	0.067	0.6835		0.044	0.6878	
8		斧渕	0.73	0.184	0.2571		0.118	0.2818	
9		中郷	1.52	0.584	0.0000	上昇	0.408	0.0002	上昇
10		小倉	1.17	0.497	0.0011	上昇	0.326	0.0031	上昇
11	羽月川	花北	1.19	0.279	0.0812	上昇とみられる	0.182	0.0972	上昇とみられる
12	五反田川	五反田橋	0.95	0.306	0.0545	上昇とみられる	0.181	0.0997	上昇とみられる
13	八房川	川上橋*	-	-	-	-	-	-	-
14	大里川	恵比寿橋*	-	-	-	-	-	-	-
15	神之川	大渡橋	-2.25	-0.530	0.0004	下降	-0.373	0.0007	下降
16	万之瀬川	両添橋	0.29	0.103	0.5285		0.070	0.5222	
17		轟橋*	-	-	-	-	-	-	-
18		花川橋	1.45	0.518	0.0006	上昇	0.362	0.0010	上昇
19		万之瀬橋	0.94	0.306	0.0551	上昇とみられる	0.213	0.0529	上昇とみられる
20	加世田川	田中橋	0.73	0.103	0.5289		0.055	0.6205	
21	花渡川	上水道取水口	0.36	0.074	0.6514		0.059	0.5936	
22		花渡橋	1.32	0.289	0.0707	上昇とみられる	0.192	0.0815	上昇とみられる
23	和田川	潮見橋	0.67	0.307	0.0536	上昇とみられる	0.205	0.0626	上昇とみられる
24	永田川	新永田橋	2.61	0.746	0.0000	上昇	0.572	0.0000	上昇
25	新川	第二鶴ヶ崎橋	3.26	0.764	0.0000	上昇	0.554	0.0000	上昇
26	甲突川	岩崎橋	-0.42	-0.172	0.2884		-0.107	0.3286	
27		松方橋	0.79	0.285	0.0743	上昇とみられる	0.201	0.0671	上昇とみられる
28	稲荷川	黒葛橋	1.26	0.478	0.0018	上昇	0.338	0.0022	上昇
29		実方橋	1.99	0.671	0.0000	上昇	0.487	0.0000	上昇
30		水車入口橋	1.87	0.703	0.0000	上昇	0.526	0.0000	上昇
31	思川	青木水流橋	1.90	0.409	0.0089	上昇	0.279	0.0113	上昇傾向
32	別府川	岩淵橋	1.88	0.484	0.0015	上昇	0.328	0.0029	上昇
33	網掛川	田中橋	1.29	0.352	0.0258	上昇傾向	0.235	0.0328	上昇傾向
34	天降川	新川橋	0.79	0.290	0.0696	上昇とみられる	0.149	0.1773	
35	中津川	犬飼橋	-0.33	-0.153	0.3444		-0.111	0.3141	
36	検校川	検校橋	0.04	0.093	0.5693		0.044	0.6893	
37	本城川	中州橋	2.07	0.417	0.0074	上昇	0.283	0.0102	上昇傾向
38	肝属川	河原田橋	0.38	0.116	0.4756		0.071	0.5217	
39		俣瀬橋	2.00	0.053	0.0033	上昇	0.293	0.0078	上昇
40		第二有明橋	0.53	0.232	0.1495		0.169	0.1242	
41	串良川	串良橋	0.55	0.268	0.0943	上昇とみられる	0.185	0.0924	上昇とみられる
42		樫田橋	2.40	0.610	0.0000	上昇	0.411	0.0002	上昇
43	下谷川	田崎橋	0.43	0.213	0.1861		0.158	0.1512	
44	始良川	始良橋	1.37	0.417	0.0021	上昇	0.306	0.0055	上昇
45	高山川	新前田橋	0.48	0.169	0.2963		0.091	0.4081	
46	田原川	河口300m上流	0.88	0.316	0.0471	上昇傾向	0.205	0.0622	上昇とみられる
47	菱田川	菱田橋	0.78	0.242	0.1322		0.162	0.1420	
48	安楽川	安楽橋	1.56	0.440	0.0045	上昇	0.312	0.0046	上昇
49	前川	権現橋	1.21	0.333	0.0360	上昇傾向	0.229	0.0371	上昇傾向
50	大淀川	新割田橋	-1.18	-0.367	0.0198	下降傾向	-0.260	0.0180	下降傾向
51	横市川	宝来橋	-1.14	-0.261	0.1043		-0.200	0.0686	下降とみられる
上昇地点数						16地点			14地点
上昇傾向地点数						3地点			4地点
上昇しているとみられる地点数						8地点			9地点
下降しているとみられる地点数						0地点			1地点
下降傾向地点数						2地点			2地点
下降地点数						1地点			1地点

\* 月別のみ解析（四季に各1回以上測定なし）

表5 月別河川水温の上昇下降の解析結果

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
月別最大上昇水温 (°C)	3.11	4.89	2.60	3.66	4.55	5.55	3.47	3.20	4.12	3.63	4.15	4.75
月別最大下降水温 (°C)	-2.02	-2.00	-3.69	-2.54	-3.04	-0.50	-2.71	-1.12	-0.68	-0.44	-2.56	-1.34
上昇地点数	1	6	0	1	1	4	2	4	4	2	1	8
上昇傾向地点数	6	2	1	1	2	3	8	6	1	2	5	1
上昇しているとみられる地点数	2	5	2	0	1	2	1	4	3	1	2	4
下降しているとみられる地点数	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0
下降傾向地点数	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	1	0
下降地点数	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
月別解析地点数	33	35	21	28	41	25	29	35	22	25	41	28
信頼水準95%以上有意上昇地点数	7	8	1	2	3	7	10	10	5	4	6	9
信頼水準95%以上有意上昇地点割合 (%)	21.2	22.9	4.8	7.1	7.3	28.0	34.5	28.6	22.7	16.0	14.6	32.1

る河川（上昇しているとみられる）が、S法で8地点、K法で9地点であり、線形回帰分析法の2地点より、多くなっている。一方、下降している河川は、少なくほぼ同様な地点数であった。

このように、線形回帰分析法ではS法及びK法に比較して95%以上で有意な地点数が多くなっており、上昇地点数及び上昇傾向の地点数の合計は、線形回帰分析法が24地点、S法が19地点及びK法が18地点と、S法及びK法では少なくなっている。線形回帰分析法では、外れ値が影響して見かけ上有意に上昇傾向になっている地点があると考えられる。

線形回帰分析法、S法及びK法の結果の取り扱い、気温や水温の長期傾向をどのように評価するかは今後の課題である。

### 3. 3 月別河川水温の長期トレンド

表5に月別河川水温の上昇下降の解析結果を示す。また、図6に月別河川水温の有意上昇地点割合を示す。

月別に河川水温の上昇状況を見ると、10月が34.5% (29地点中10地点) と95%以上有意に上昇している地点割合が高くなっている。次に3月が32.1% (28地点中9地点) と地点割合が高くなっている。図6にみられるように河川水温の有意上昇地点割合は10月と3月に大きなピークがある傾向を示している。この傾向は、図4に示した月別の気温上昇と相似しており、気温上昇傾向の強い月ほど、河川水温が有意に上昇している地点割合が高くなっていると考えられる。

## 4 まとめ

1) 本県においても、気温の上昇傾向が見られ、月毎においては上昇の大きさが異なっている。月別では、10月と2月または3月に大きなピークがある気温上昇傾向を示している。また、最も気温上昇傾向の強い月と弱い月では、観測地点により1.2~1.5°C/40年の差があ

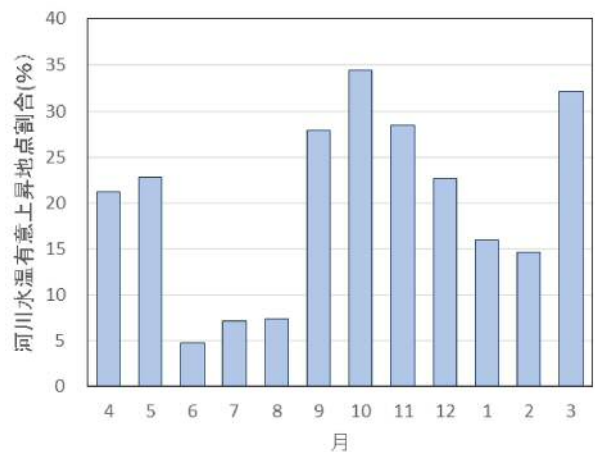


図6 月別河川水温の有意上昇地点割合

った。

- 2) 河川水温は、半分以上 (52.2%) の地点で95%以上で有意に上昇している傾向が見られた。鹿児島市内河川では8地点中7地点で上昇傾向が見られ、都市化の影響と考えられる。
- 3) 線形回帰分析法とS法及びK法では、99%以上で有意に上昇している地点数は、ほぼ同数であったが、95%以上で有意に上昇している地点数は、S法及びK法では少なかった。線形回帰分析法とS法及びK法の評価時の取り扱いが今後の課題である。
- 4) 気温上昇傾向の強い月ほど、河川水温が有意に上昇している地点割合が高くなっており、気温上昇が河川水温上昇の大きな要因になっていると考えられる。

## 参考文献

- 1) 環境省；気候変動影響評価報告書，令和2年12月
- 2) 上野剛司，福留充，他；鹿児島湾における水温変動について，本誌，1，92~94 (2000)

- 3) 尾辻裕一, 長井一文, 他; 池田湖における水温と水質の状況について, 本誌, 12, 85~91 (2011)
- 4) 坂元克行, 長井一文, 他; 沿岸域における海水温と水質の状況について, 本誌, 12, 92~99 (2011)
- 5) 坂元克行, 長井一文, 他; 鰻池及びダム湖における水温と水質の状況について, 本誌, 13, 109~113 (2012)
- 6) 気象庁; 気候変動監視レポート2020, (28, 74), 令和3年4月
- 7) 湯浅岳史; 土木学会環境水理部会研究集会2016 in 香川抄録, 気候変動が全国の河川水温に及ぼす影響
- 8) 気象庁福岡管区气象台; 九州・山口県の気候変動監視レポート2020, 185, 2021年5月
- 9) 環境省; 気候変動による水質等への影響解明調査報告, 38, 2013年3月