

離島環境の特殊性を考慮した河川計画策定のための現地調査手法の提案

安達貴浩・齋田倫範・小橋乃子

1. はじめに

我が国の国土には6,852の島嶼が存在し、この内、本州、北海道、四国、九州と沖縄本島を除いた6,847が離島とされている。また、離島の総面積は国土全体の約4.2%を占め、居住人口は約70万人程度となっている。特に、九州の離島数は多く、鹿児島県の離島面積・人口はいずれも全国最大である。このように鹿児島県には離島が数多く存在するが、奄美大島をはじめとする大半の離島では、河川流量、河道地形、河川水質に関する観測データが決定的に不足している。このため、洪水が自然環境に及ぼす影響や浸水等の実態を明らかにすることも容易ではない状況にある。

以上のような実状を踏まえて、本研究では離島環境の特殊性を考慮した河川計画策定のための現地調査手法を提案することを目的に、鹿児島県離島での水文観測の実情を明らかにするとともに、水文観測ならびに河川の濁りの調査を実施した。

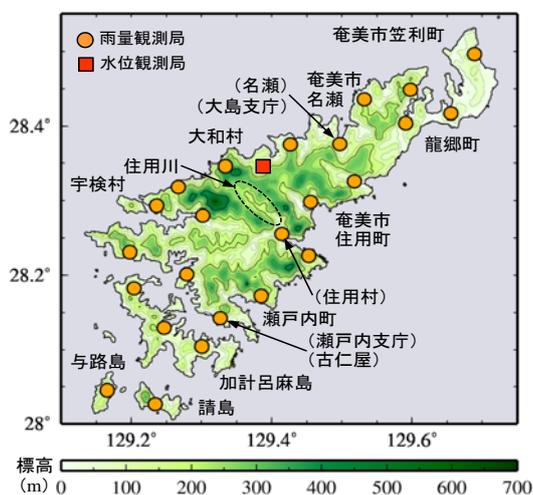


図-1 奄美大島の概略と雨量・水位観測局の位置
(カッコ書は主要な観測局の名称)

表-2 薩南諸島の人口と老齢化率¹⁰⁾

	人口(人)	老年人口(人)	老齢化率(%)	
大隅諸島	屋久島	13,614	3,725	27.4
	口永良部島	147	58	39.5
	種子島	34,128	10,128	29.7
	馬毛島	15	2	13.3
	竹島	83	26	31.3
	硫黄島	140	36	25.7
	黒島	239	77	32.2
トカラ列島	中之島	173	71	41.0
	平島	82	21	25.6
	宝島	102	27	26.5
	小宝島	48	12	25.0
	諏訪之瀬島	49	9	18.4
	口之島	125	58	46.4
	悪石島	94	19	20.2
奄美群島	奄美大島	68,617	17,503	25.5
	沖永良部島	14,551	4,202	28.9
	徳之島	27,167	8,036	29.6
	加計呂麻島	1,547	755	48.8
	請島	161	85	52.8
	与路島	137	69	50.4
	喜界島	8,572	2,775	32.4
与論島	5,731	1,630	28.4	
鹿児島県全体	1,753,000	435,000	24.8	

2. 鹿児島県・離島における水文観測の実態

表-2 に示すように、鹿児島県の離島では老齢化率（すなわち、災害弱者比率）が高く、本土と比較して被災リスクが高いと推測される。鹿児島県内には、国土交通省によるものも含めて 283 局の雨量観測局と 59 局の水位観測局が設置されている。そのうち薩南諸島には、表-3 に示すように 62 カ所の雨量観測局と 1 カ所の水位観測局が設けられている。図-2, 3 に薩南諸島の各離島の面積と雨量観測局数・水位観測局数との関係を図示している。図中の破線は、鹿児島県における観測局の平均設置密度と各離島の面積から計算される観測局数である。したがって、破線付近に点がプロットされていれば、鹿児島県の平均設置密度と比較して遜色のない密度で水文観測施設が整備されていることを意味する。図-2 より、標高が高く平地が少ない屋久島で相対的に観測局数が少ないなど地理的要因による多少の差異はあるものの、雨量観測施設については概ね鹿児島県本土と同程度の水準で整備されていることが分かる。一方、水位観測施設については図-3 に

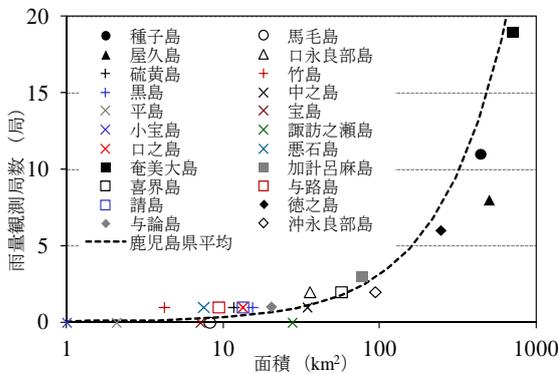


図-2 薩南諸島の離島の面積と雨量観測局数の関係

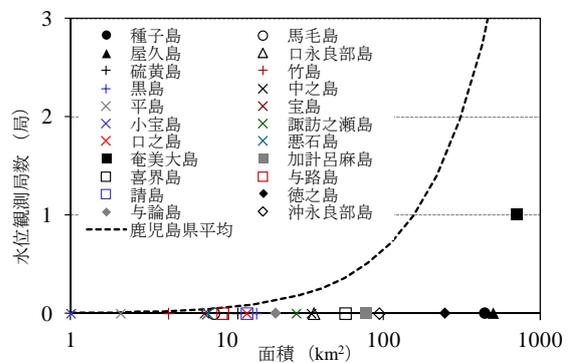


図-3 薩南諸島の離島の面積と水位観測局数の関係

表-3 薩南諸島の地勢と水文観測局数

		面積 (km ²)	河川数 (水系)	最高 標高 (m)	森林 面積率 (%)	雨量 観測局数 (局)	水位 観測局数 (局)
大隅諸島	屋久島	504.9	17	1,936	88.4	8	0
	口永良部島	35.8	0	657	91.8	2	0
	種子島	445.0	23	282	55.8	11	0
	馬毛島	8.2	0	72	53.8	0	0
	竹島	4.2	0	220	78.8	1	0
	硫黄島	11.7	0	704	74.4	1	0
	黒島	15.4	4	622	87.7	1	0
トカラ列島	中之島	34.5	2	979	77.5	1	0
	平島	2.1	0	243	67.3	0	0
	宝島	7.1	0	292	36.7	0	0
	小宝島	1.0	0	-	48.0	0	0
	諏訪之瀬島	27.7	0	-	65.9	0	0
	口之島	13.3	0	628	71.1	1	0
奄美群島	悪石島	7.5	0	-	76.9	1	0
	奄美大島	712.4	32	694	85.3	19	1
	沖永良部島	93.7	2	240	10.0	2	0
	徳之島	247.8	18	645	43.2	6	0
	加計呂麻島	77.4	1	314	89.0	3	0
	請島	13.3	0	400	77.1	1	0
	与路島	9.4	0	297	74.4	1	0
	喜界島	56.9	0	214	18.7	2	0
与論島	20.5	0	98	4.0	1	0	

示すように奄美大島の1箇所のみであり、鹿児島県本土と比較して圧倒的に観測局が少ない。

特に、屋久島、種子島、奄美大島、徳之島は表-2に示すように面積が広いことに加えて標高が高く、島内の降雨が局所性を持つと想定される。これら4島のうち最も面積が大きい奄美大島では19カ所、最も面積が小さい徳之島でも6カ所で雨量観測が行われている。これらの雨量観測局で測得される貴重な降雨データを積極的に活用し、各島内の降雨特性を把握するとともに、河川計画に反映させていく必要がある。同時に水位観測体制の充実化が急務である。

3. 住用川での水位観測

(1) 第1回目調査の概要

前述のように、奄美大島の河川において水位・流量観測は限られていることから、住用川を対象に水位計測を実施した。水位計測機器として、Onset Computer社製HOBO Water Level Data Loggerを用いた。流量推定のためには、感潮域よりも上流の順流域で、かつ氾濫による水害リスクが高い地点にできるだけ近い地伝で水位計測を行なう必要がある。しかしながら、上述したように、河道標高のデータが存在しないことから、現地でのヒアリングによって感潮域の推定を試みたが、詳細についての情報は得られなかった。そのため、水位計を設置可能な河川構造物（護岸の根固ブロック）が存在し、明らかに感潮域である区間を除いた地点（図-4）において観測を実施した。観測期間は2011年7月12日～8月19日である。

(2) 第1回目調査の結果

観測で得られた水位データを名瀬と住用村の降雨データと併せて図-5に示す。観測結果には約12時間程度の周期的な水位変動が存在することから、水位計を設置した地点は感潮域であったことが分かる。しかし、7月26日の比較的大きな降雨に対して、潮位変動（50cm程度）よりも明

らかに大きな水位変動が得られていることから、相対的に潮汐の影響を無視できるとして降雨と水位との関係を調べた。名瀬と住用村の時間雨量によれば、降雨のピークは7月26日7:00～8:00に現れていた。一方、水位変動すなわち流出のピークは7月26日9:00に生じていた。ハイトグラフの重心から流出ピークまでの時差を2倍した値が洪水到達時間の一つの目安であるとされている¹²⁾ことから、住用川の洪水到達時間を概算すると120分～180分程度であると推定される。現行の高水計画で設定されている洪水到達時間は134分であり、本研究において降雨と水位のピークから簡易的に求めた洪水到達時間と比較して著しくかけ離れた値ではないといえる。なお、洪水到達時間を120分として高水流量を算定した場合には現行高水計画より1割程度大きくなる。本研究では、水位観測で捉えた1回のみのお出水を対象として簡便な検討を行った。今後データを蓄積し、より詳細な検討を行う必要がある。また、ハイトグラフの重心を用いて洪水到達時間を推定する手法では、同一降雨の定義方法が推定結果に影響する。従って、より信頼性の高い推定結果を得るためにもデータの充実化が望まれる。以上のような、現行の高水計画の点検という観点からも水位観測データの収集が不可欠である。

(3) 継続調査の概要

以上のように、順流域でなおかつ水位計の設置しやすい河川構造物の存在する場所は住用川には存在しないため、簡易な水位計測は比較的困難である。このような問題は必ずしも離島固有のものではないが、多くの離島において必ず問題になっている。このような河川において比較的簡易な水位計測手法を確立するために、本研究では、次に(1)「コンクリートブロックに穴をあけ、そこに水位計を挿入し、ブロックごと河道中に設置する方法(2011年10/24～2012年3/29)」、(2)「河岸に存在する岩に穴をあけ、そこに水位計を係留する方法(2012年3/29～)」によって水位計測を試みた。なお、(1)の手法に対し、ブロック群として安定計算を行ったところ、転倒、滑動いずれに対しても「安全」であるとの結果が得られたため、ブロック設置時には、高さ数mの岩石の背後にある流れの淀み部にある比較的大きな河床材料の間にブロックを設置した。

(4) 継続調査の結果

2012年3月28、29日に、手法(1)で設置された水位計の回収ならびに、手法(2)での水位計の係留を行った。3月28日に現場に到着したところ、ブロックが土砂に埋没していることが確認された。(1)の手法で得られた水位の結果を見ると(図-6)、10月と11月に比較的大きな降雨によ

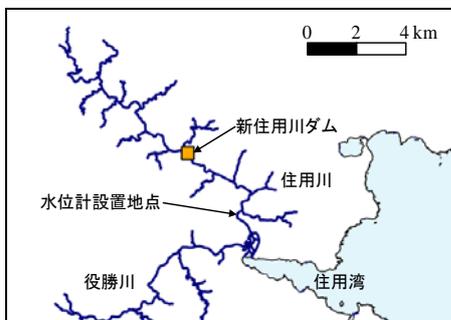


図-4 住用川の概略と水位計設置地点

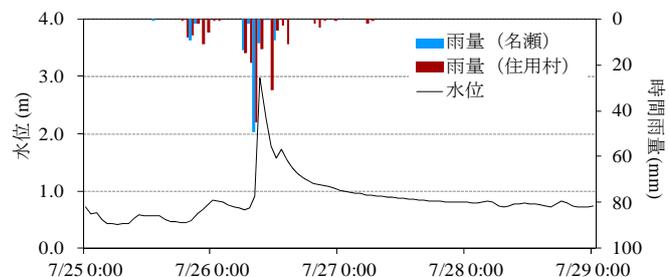


図-5 水位観測結果と時間雨量の時間変化(第1回調査)

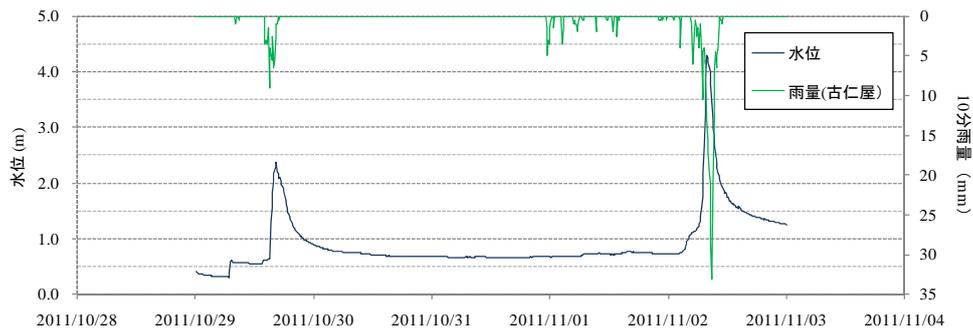


図-6 水位観測結果と時間雨量の時間変化（手法(1)による）

て水位が上昇しており、その際に河岸が浸食されたと考えられる。また、ブロック設置個所は流れの淀み部であり、しかも比較的粒径の大きな土砂が堆積したため、土砂が移動しにくく、結果的に、回収時においてもブロックが土砂に埋没し続けたと考えられる。10月と11月のいずれに土砂が堆積したのは不明であるが、11月以降、平常時の計測圧が上昇しており、11月以降は、計器が埋没した状態が維持されたと考えられる。なお、ブロックは土砂に側岸斜面の崩壊によって、土砂に埋没していたが、比較的大きな出水に対しても、滑動、転倒はなく、上記の安定計算は有効であったと考えている。

(5) 水位計測の実施における問題点

以上のように住用川において水位観測を実施したが、多くの離島河川において共通であると見なせる問題点がいくつか明らかとなった。

- 1) 河道データが取得されていないので、事前に感潮域を特定しにくい。このため、予備調査が必要である。
- 2) 河川が小規模で、しかも順流域が生活圈と離れているため、順流域において水位計を設置しやすい河川構造物が少ない。
- 3) これは流域によって事情は異なると思われるが、斜面崩壊に伴う土砂の流入が多く、このため、水位と流量の関係を一意的に決定することが難しい。

3)の問題は、別途対策が必要となってくるが、少なくとも1), 2)の問題に対して、(2)の手法：「河岸に存在する岩に穴をあけ、そこに水位計を係留する方法」は、水位計を水面近傍に設置することも可能であるため、有効だと考えられる。

4. 水質観測の方法

奄美大島におけるサンゴ礁やマングローブ林のように、離島の自然環境は重要な観光資源となっている。赤土の流出による一部サンゴの被災やマングローブ林の流出といった問題に対し適切な河川計画を策定するためには、特に出水時における河川からの土砂流出を解明することが不可欠である。このような出水は比較的短期の現象であるため、予期せぬタイミングで生じるイベント現象を高頻度に観測する必要が生じる。このため、現在、降雨時において地元住民の方に一定間隔で採水をお願いし、そのサンプルを鹿児島大学にて分析し、継続的な調査を行っている（結

果省略).

5. あとがき

昨今のコンピュータや観測機器・手法の発達に伴い、洪水流出解析は目覚ましい進歩を遂げ、高水計画やハザードマップの作成においてもその成果が活用され始めている。しかしながら、そのような先端的科学の恩恵をすべての人が享受できる状況にあるかと言われれば、その答えは「ノー」である。いくら優れたコンピュータシミュレーション技術があっても、観測データが不足していれば、その技術は有効に活用できない。また、観測技術がいくら発達しても、そのような技術は、人口密集地、経済的に優先度が高い場所、あるいは大きな災害を経験した直後の場所に優先的に適用されるのが実状である。財源に限りがある以上、それは尤なことであるが、いずれにしても、離島の多くは、上記のような科学の恩恵を受けにくい場所である。予算等の制約がある中で、如何にこのような地域で洪水被害軽減に寄与したらいいのかと考えたところ、「地元大学が行政や住民と連携し安価な観測を継続的に実施すること」が何よりも重要ではないかと考えるに至った。本研究は、このような考えに基づいて実施されたものであり、その最初の成果をまとめたものである。

参考文献

- 1) 福岡管区気象台：災害時気象速報平成22年10月18日から21日にかけての奄美地方の大雨，災害時自然現象報告書2010年第1号，p.15，2010.
- 2) 鹿児島地方気象台・名瀬測候所：災害時気象資料 - 平成22年10月18日から20日にかけての鹿児島県奄美地方の大雨について - ， p.11，2010.
- 3) 鹿児島県現地対策合同本部：10月20日～奄美地方における集中豪雨による被害状況， p.6，2010.
- 4) 竹林洋史：2010年10月奄美大島豪雨災害調査速報， p.5，2011.
- 5) 奄美群島サンゴ礁保全対策協議会：豪雨災害後モニタリング調査報告書， p.6，2011.
- 6) 名瀬測候所・鹿児島地方気象台：災害時気象資料 - 平成23年9月25日から26日にかけての鹿児島県奄美地方の大雨について - ， p.12，2011.
- 7) 鹿児島県危機管理防災課：9月25日～27日大雨・洪水警報による被害状況， p.4，2011.
- 8) 名瀬測候所・鹿児島地方気象台：災害時気象資料 - 平成23年11月2日の鹿児島県奄美地方の大雨について - ， p.10，2011.
- 9) 鹿児島県危機管理防災課：11月2日の大雨・洪水警報による被害状況， p.5，2011.
- 10) 財団法人日本離島センター：2008離島統計年報CD-ROM版，2009.
- 11) 社団法人日本河川協会編：改訂新版建設省河川砂防技術基準(案)同解説(建設省河川局監修)，山海堂，pp.19，1994.
- 12) 南日本新聞：奄美豪雨 鹿児島県が河川水位計を増設へ，2010.

謝辞：災害調査を実施するにあたり、株式会社三浦建設・専務取締役三浦光悦氏には、住用川における採水調査にご協力いただいた。また、奄美大島酒造株式会社・工場長伊勢員尚氏には、2011年9月の豪雨災害時の情報や写真をご提供いただいた。ここに深謝の意を表します。