

沖縄県における水需給の変化と 渇水問題に関する研究

神谷 大介¹

¹正会員 琉球大学助手 工学部 環境建設工学科 (〒903-0213 沖縄県西原町千原1)

E-mail : d-kamiya@tec.u-ryukyu.ac.jp

沖縄県は亜熱帯性気候に属する島嶼地域であり、地形・地質・気候的特性より昔から水不足に悩まされてきた地域である。1972年の本土復帰前後から多くの水資源開発がなされてきたが、人口や観光客の増加、産業構造の変化等により水需要も増加し、近年でも離島地域では給水制限が実施されている。本研究では、本土復帰から現在までの水供給、水使用、渇水履歴等について調査し、これらの変化過程を示す。次に、水資源に乏しい離島地域に着目して地域構造の変化を分析し、水使用との関係について考察する。さらに、沖縄県の主要産業の1つである観光と水使用との関係から、水を中心とした地域社会における問題について考察する。最後に、水環境の保全を考慮に入れた計画プロセスを提案する。

Key Words : Water Demand, Water Supply, Drought Water, Tourist Sites of Archipelagos

1. はじめに

亜熱帯性気候の島嶼で構成される沖縄県は、昔から水不足に悩まされてきた地域であり、雨水を天水と呼ぶことからこの貴重さがわかる。昔は、河川が短いことや隆起珊瑚礁の島であるということ等の地形・地質的特徴により、十分な水の確保ができず、渇水が発生していた。しかし、戦後の米国統治下の水道整備、本土復帰後の本島北部5ダム(福地・辺野喜・普久川・新川・安波)をはじめとするダム開発、かん水・海水淡水化施設の設置等、多くの水資源開発がなされてきた。

一方、人口や観光客の増加、産業構造の変化等により、水需要が増加し、数多くの水資源開発がなされた沖縄本島でさえ、2004年3月には給水制限が予定されていた。離島地域では、2005年・2006年に座間味村で給水制限が実施された。

また、農地、基地、ゴルフ場等からの汚染物質の流出や生活雑排水、畜舎廃水等による河川や地下水、沿岸域の汚染が問題となっている。ダム開発によって出される土砂が沿岸域の埋め立てに使われている。沖縄にとって沿岸域の自然環境は貴重な観光資源でもあり、この汚染や生態系の破壊はその資源を失うことになる。すなわち、観光を考慮し、亜熱帯島嶼地域に適した渇水と環境破壊・汚染(さらには生態系)リスクの軽減を目的とした水環境計画の方法論の体系化が必要である。

本研究はこのための第1歩として、主として渇水リスクに着目し、水供給、水使用、給水制限の変化を調査し、地域構造との関係から問題点を明確にする。さらに、ヒアリング調査等より観光との関わりで顕在化しつつある地域の問題を示す。最後に、現在の沖縄における水に関わる問題を整理し構造化するとともに、渇水と環境汚染リスク軽減のための水環境計画プロセスを提示する。

2. 水供給・水使用・渇水履歴の変化

(1) 本土復帰までの水供給^{1)~4)}

沖縄県の水道は第2次世界大戦以前に那覇市で建設され始めたが、戦争によって全滅した。その後、1945年の終戦から本土復帰までの27年間の米国統治時代は、高等弁務官資金により、各集落に水道の設置が行われた。1950年には米軍の琉球駐留の恒久化に伴って本島内に分立散在する水道施設を衛生、経済的理由から連結統合し、陸軍ポストエンジニアの主管によって Integrated Island Water System (全島統合上水道) が設立された。1952年2月に琉球政府が設立され、独自の水道法に基づく市町村の水道施設整備が行われた。1958年に米国民政府の付属機関として Ryukyu Domestic Water Corporation (琉球水道公社、現沖縄県企業局) が設立し、ダムや地下水等の全島統合水道施設の整備が促進された。これにより、沖

表1 渇水による給水制限実施履歴^{1) 4) 5)}

年度	地域	日数	年度	地域	日数	年度	地域	日数
1972	企業局全域	35	1983	石垣市給水区域	30	1993	宮古島上水道企業団	69
1973	企業局全域	121	1988	企業局全域	33	1994	具志川村（現久米島町）	21
1974	企業局全域	9	1989	企業局全域	26		座間味村、座間味	35
	那覇・浦添・宜野湾	104	1991	企業局全域	64		座間味村、阿嘉・慶留間	55
1975	企業局全域	49		石垣市給水区域	103	2001	座間味村、座間味	26
1976	企業局全域	75	1993	企業局全域	31	2002	座間味村、座間味	74
1977	企業局一部	10		石垣市給水区域	220	2003	座間味村、座間味	252
	企業局全域	159		座間味村、座間味	235		渡嘉敷村	9
1978	企業局全域	7		座間味村、阿嘉・慶留間	174	2004	座間味村、座間味	71
1980	企業局全域	76		渡嘉敷村	79	2005	座間味村、座間味	147
1981	企業局全域	259		竹富町、波照間	181		座間味村、阿嘉・慶留間	64
1982	企業局全域	67		竹富町、舟浮	15			

企業局全域：沖縄県企業局用水供給地域、石垣市給水区域：石垣市と竹富島、座間味：座間味簡易水道事業、阿嘉・慶留間：阿嘉・慶留間簡易水道事業
2005年度の値は座間味村ホームページによる

表2 ダム開発⁶⁾

地域	名称	有効容量 (千m ³)	完成年度
沖縄本島	金武ダム	660	1961
	山城ダム	1,190	1967
	新川ダム	1,250	1976
	安波ダム	17,400	1982
	普久川ダム	2,550	1982
	辺野喜ダム	4,000	1987
	鍋川ダム	333	1988
	福地ダム	52,000	1991
	漢那ダム	7,800	1992
	倉敷ダム	6,900	1995
	長浜ダム	1,430	1998
	慶座地下ダム	210	2000
	石川ダム	216	2000
石垣島	羽地ダム	19,200	2004
	大浦ダム	1,170	1980
	真栄里ダム	2,100	1982
	底原ダム	12,850	1992
	石垣ダム	400	1992
宮古島	名蔵ダム	3,820	1996
	砂川地下ダム	6,800	2000
伊平屋島	福里地下ダム	7,600	2000
	我喜屋ダム	250	2004

注：有効容量100千m³以上のみ、網線は水道用水も建設目的とする

沖縄本島中南部地域は琉球水道公社によって水が供給された。しかし、常に水不足であり、給水制限が毎年のように実施されていた。制限期間中でも基地内は芝生に水をまいており、基地の余剰水を県民に配っていたというのが実態である。

その他の地域においては、高等弁務官による資金あるいは資材提供によって整備がなされてきた。このため、水道管等の設備は全て米国製であり、本土復帰時の水道施設の拡張等に支障をきたすこともあった。また、水道事業が集落単位で行われていたため、本土復帰後の1975年で、沖縄県全体で上水道29事業体、簡易水道184事業体が存在した。この簡易水道事業のほぼ全てが集落管理で行われており、多くは日本の水道の認可を受けたものではなかった。

(2) 本土復帰後の渇水履歴と水資源開発

まず、表1に1972年以降の渇水による給水制限の実績、表2にこれまでのダム開発を示す。なお表1は、認可されていない簡易水道が多かったこと等からデータ収集ができず、1988年以前は沖縄県企業局と石垣市のみである。

これらより、沖縄本島では毎年のように渇水に見舞われていたことがわかる。1981年から1982年度にかけて326日という日本で最も長い給水制限が実施された。しかし、本島北部5ダムおよび倉敷ダムが完成した1995年以降は実施されていない。これ以降も1997年度に海水淡水化施設の供用開始、2004年度に羽地ダムの完成、現在も大保ダム（有効貯水容量19,350千m³）が建設中である⁷⁾。

一方、離島地域においては、石垣島や宮古島といった大きな島では農業用水確保を主目的にダムが建設され、これを水道用水として利用している。石垣島では真栄里ダムの水を利用し、宮古島は地下水を利用している^{8) 9)}。小さな島においては、南・北大東島、渡名喜島、粟国島、波照間島では海水およびかん水淡水化が行われ、伊江島は本島から、竹富島は石垣島から、小浜島や黒島等では西表島からの海底送水管で水供給を行っている³⁾。

近年、給水制限が毎年のように実施されている座間味島の水源地は1989年完成の座間味ダム（有効貯水容量56千m³、集水面積0.8km²、計画取水量212m³/日）と3か所の浅井戸（合計計画揚水量193m³/日）であり、原水貯留槽（貯水容量3,600m³）を設置している¹⁰⁾。このような水源地で645人（2005年現在）の住民と年間5万人を超える観光客に給水を行っている¹¹⁾。

(3) 水使用量の変化

主な市町村の1人1日あたり給水量の変化を表3に示す。なお、浦添市、北谷町、嘉手納町には米軍基地があるため、()内に基地用水を除いた値を示しておく。1983年以前は企業局から直接、基地へ給水していた。

各市町村の概要は以下の通りである。なお、人口は2005年国勢調査の値である。

表3 1人1日あたり給水量の変化³⁾

市町村	1980	1985	1990	1995	2000	2003
那覇市	418	386	393	388	383	359
浦添市	440	372 (344)	400 (367)	372 (342)	380 (354)	371 (350)
北谷町	365	645 (346)	606 (379)	526 (359)	542 (406)	541 (396)
西原町	341	354	366	373	382	365
嘉手納町	329	630 (326)	610 (337)	644 (355)	604 (372)	583 (340)
恩納村	348	492	686	659	694	727
石垣市	414	478	535	515	492	516
竹富町	454	442	548	576	707	783
座間味村	70	187	216	317	401	445
渡嘉敷村	274	347	467	534	505	550
北大東村	—	114	274	400	361	310

単位: ℓ

表4 上水道における需要用途別有収水量の変化³⁾

	1980	1985	1990	1995	2000
生活用	73,674 (66.0)	89,552 (65.1)	103,981 (67.7)	113,843 (70.7)	118,645 (71.5)
業務用	28,184 (25.3)	30,153 (21.9)	33,915 (22.1)	37,248 (23.1)	36,854 (22.2)
工場用	1,730 (1.6)	692 (0.5)	777 (0.5)	262 (0.2)	673 (0.4)
その他	8,002 (7.2)	17,179 (12.5)	14,912 (9.7)	9,569 (5.9)	9,672 (5.8)
合計	111,590	137,576	153,585	160,922	165,844

単位: 千 m^3 、()内は用途別の割合を示し、単位は%

表5 恩納村の上水道需要用途別有収水量の変化

	1980	1985	1990	1995	2000
生活用	60	102	537	427	567
業務用	344	796	1335	1368	1630
工場用	0	0	0	0	0
その他	57	1	5	93	80
合計	461	899	1877	1995	2277

単位: 千 m^3

表6 石垣市の上水道需要用途別有収水量の変化

	1980	1985	1990	1995	2000	2003
生活用	2800	3485	3862	4249	4305	4316
業務用	1232	1541	1228	1800	2014	1800
工場用	72	15	125	0	0	0
その他	118	29	456	70	96	506
合計	4222	5070	5671	6119	6415	6622

単位: 千 m^3

- ・那覇市: 県庁所在地であり、人口は312,308人と県内で最も多い。企業局から受水。
- ・浦添市: 那覇市に隣接する都市であり、企業局から受水。人口は106,047人。
- ・北谷町: 本島中部に位置し、瑞慶覧・桑江・嘉手納の3基地と大型商業施設がある。企業局から受水。人口は26,864人。
- ・西原町: 本島中部に位置し、県内では工業が盛んな地域である。企業局から受水。人口は33,736人。
- ・嘉手納町: 町の83%が基地に占められる。企業局から受水。人口は13,636人。

- ・恩納村: ビーチリゾート地域であり、企業局から受水。人口は9,622人。
- ・石垣市: 八重山地域のビーチリゾート地であり、人口は45,145人。上水道と簡易水道がある。
- ・竹富町: 石垣島の西に位置し、10の有人離島からなり、観光業が盛んになってきている。人口は4,190人。主に、西表島から各島へ送水している。
- ・座間味村: 那覇市から西へ約40kmに位置し、3つの有人島からなる。人口は1077人であり、ホエールウォッチングやスクーバダイビングが盛んである。座間味と阿嘉・慶留間の2つの簡易水道事業がある。
- ・渡嘉敷村: 那覇市の西方約30kmに位置する。マリンスポーツが盛んであり、人口は790人。
- ・北大東村: 那覇市の東方約360kmに位置し、1985年の海水淡水化施設完成により給水が開始された。サトウキビ栽培が主な産業。人口は588人。

表3より、沖縄本島的那覇市・浦添市・北谷町・西原町・嘉手納町では1人あたり水使用量はあまり変わっていないか、減少傾向にあることがわかる。また、基地が存在する市町はこれによる影響が大きいこともわかる。

一方、恩納村・石垣市・竹富町・座間味村・渡嘉敷村という観光地では水使用量が増加してきており、恩納村と竹富町では那覇市の約2倍となっている。また、座間味村は2003年度に252日間も給水制限を実施していたにもかかわらず、1人あたり水使用量は増加している。

以上より、観光地の水使用量が多いことがわかる。宿泊施設での使用量として、水谷ら¹²⁾は沖縄県内の6つのホテルの調査より、宿泊者数1人1日あたり、リゾートホテルで900~1,600ℓ、シティーホテルで500~1000ℓとしている。沖縄県企業局¹³⁾では29の宿泊施設の調査より、760ℓ(最大2,375、最小332、平均778)としている。また、「簡易水道等国庫補助事業に係る施設基準について」では、宿泊収容人数1人あたり平均で200ℓとしている。しかし、これらではホテル等の施設(プールの有無等)の違いは考慮できない。さらに、スクーバダイビングショップ等のホテル以外の場所での使用量は全くわからない。このため、ここでは需要用途別の有収水量から考察することとする。

表4に県内の上水道における需要用途別有収水量を示す。なお、この表が2000年までであるのは那覇市等が口径別の料金体系に変更したため、需要用途によるデータがないことによる。また、簡易水道事業では年度ごとに需要用途別の水量を計算していないところや、用途別の料金体系でない等、ほとんどの事業でデータがなかった。

この表より、有収水量合計、生活用水量が増加していること、さらに生活用水量の占める割合が少し増加していることがわかる。

次に、観光産業が盛んな恩納村と石垣市の需要用途別

有収水量を表5と6に示す。業務用有収水量の変化を見ると、石垣市で1980年から2003年で約1.5倍、恩納村においては約4.9倍となっている。表4からは業務用水量は増加してきているものの、割合はあまり変化していない。しかし、恩納村の業務用水量の増加は急激である。恩納村では生活用水の約3倍の水量が業務用に使われているのである。座間味村のデータがないため、複数の有人離島がある観光地であるという点で類似している竹富町の結果を示す。この町の2003年の生活用水と業務用水の割合は約4:3である。しかし、リゾートホテルがある小浜島だけを取り上げると1:5となる。小さな離島市町村で観光産業を盛んにするためには、いかに多くの水を確保しなければならないかが推察できる。

また、北大東村は1990年代後半から港湾整備や宿泊施設建設等の公共事業が行われていたため、水使用量が多くなっていたが、2003年度では他市町村より少なくなっている。この原因の1つには水道料金があり、企業局から受水している市町村は10m³あたり800～1,500円程度であるのに対し、北大東村では3,000円を超えている³⁾。ヒアリング調査より、海水淡水化を行っている市町村では水道料金だけで水道事業を行うことは不可能であり、一般会計からの移し替えが行われている。つまり、海水淡水化は漏水対策としては非常に効果的であるが、住民や市町村財政には大きな負担となることがわかる。

(4) 給水制限期間中の水使用量と節水率

前節で述べた給水制限が実施された2003年の座間味島の1人1日あたり給水量の増加の原因をみるために、表7に給水制限期間中の節水率を示す。ここでいう節水率とは、当該年度の給水制限期間外の1人1日給水量を基準として、期間中の水量がどれだけ減少したかを示すものである。

2003年から2004年にかけての座間味島における給水制限期間中の節水率は、9.6%と28.5%となっており、給水制限が長引いた期間後半の方が節水率は高くなっている。これは住民の節水の結果に加え、スクーパダイビングの機材を水道水で洗わないこと等に関する観光客への呼びかけがテレビでも行われたこと、公衆トイレの使用禁止等の効果だと考えられる⁵⁾。

しかし、それまでの節水率をみると、1993年から1994年にかけての給水制限期間中は-71.3%と-23.4%となっており、使用水量が増加している。この両年の島嶼別入域観光客数は発表されていないが、1991年に県内への観光客数が初めて年間300万人を超えたこと¹⁴⁾、1994年の石垣島で節水率が-1.5%となった理由が観光客数の増加になっていること⁵⁾、期間中に住民の使用水量が増加するとは考えにくいことから、観光客による影響が高いと考えられる。

表7 給水制限中の節水率^{4) 6)}

地域	期間	節水率 (%)	備考
企業局	94年1/28～3/1	4.2	夜間8時間断水
	93年8/9～12/26	-71.3	夜間8～12時間断水
座間味島	94年1/10～5/8	-23.4	夜間12時間断水
	93年9/24～12/26	4.0	夜間10～12時間・隔日断水
阿嘉・慶留間	94年1/11～10/12	7.6	断水
	93年8/12～11/29	-2.8	夜間3～7時間断水
渡嘉敷島	94年1/6～1/12	-3.5	夜間7時間断水
	93年8/20～12/31	10.0	夜間8.5～9.5時間断水
波照間島	94年1/1～3/9	16.1	水・5～9.5時間給水
	94年1/21～3/31	15.6	夜間6～10時間断水
宮古島	93年7/19～12/27	10.0	夜間8～10時間断水
	94年1/5～3/3	-1.5	夜間8時間断水
石垣島	93年7/19～12/27	8.1	夜間8～10時間断水
	94年1/5～3/3	21.5	夜間8時間断水
竹富島	02年3/6～6/13	-1.3	夜間8時間断水
	03年7/17～12/31	9.6	夜間8～12時間断水
座間味島	04年1/4～6/10	28.5	夜間9～10時間断水

沖縄の住宅は給水制限に備え、多くの家で屋上にタンクを設置しており、夜間断水ではこの効果が出にくいと言われている。しかし、給水制限に備えて各世帯で費用負担をしているとも考えられ、さらには常に漏水を意識する環境で生活しているともいえる。このような状況の中で、給水制限期間中の水使用の増加は耐え難いものがあるであろう。

3. 地域構造からみた水需要に関する分析

(1) 分析の考え方

沖縄県の本土復帰から現在までの地域の変化と水使用との関わりについて分析することを目的に、データ収集を行った。具体的には、下記の通りである。

- ①水供給；水源および取水量・給水量・浄水方法・水道料金・水道事業体種別等
- ②水使用；給水量、需要用途別有収水量・基地用水量等
- ③漏水；給水制限履歴・給水制限期間中の水使用量等
- ④水需要要因；人口・世帯数・産業構造・土地利用・生活スタイル（自動車保有台数・水洗化率・1人あたり室数など）・観光客数および宿泊能力等

しかし、1970年代、1980年代ではデータが無い、明らかに誤っている等の問題があった。また、近年に関しても市町村別宿泊者数や需要用途別の有収水量、住居形態等のデータがない。このため、全ての地域を同じ精度で分析することが困難である。

そこでここでは、表8に示すデータを用いて主成分分析により1995年から2000年の地域の変化を明らかにすることとする。この分析により、類似した市町村に分類することが出来るとともに、水使用量等に関するデータ

表8 使用したデータ

人口、世帯数、年齢階級別人口、産業別従業者数（第1次・第2次・第3次）、産業別従業者率（1～3次の割合）、土地利用、水道普及率、水洗化人口、水洗化率、宿泊能力、人口1000人当たり宿泊能力、観光客数、人口当たり観光客数

表9 固有値・寄与率

	第1主成分	第2主成分	第3主成分
固有値	12.1	4.8	1.5
寄与率(%)	55.1	21.8	6.8

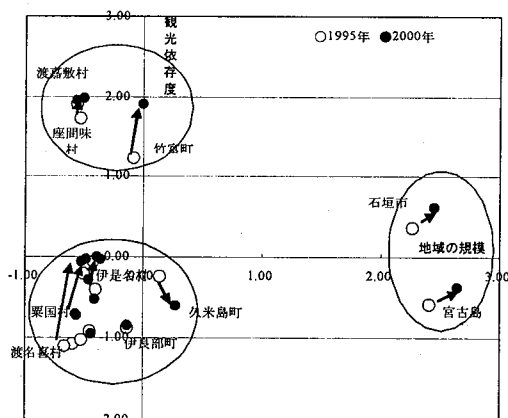


図1 離島市町村の地域変化

の不足をある程度補うことができる。

なお、宮古島については平良市、城辺町、上野村、下地町の4市町村で宮古島上水道企業団を作っており、水源は島の地下水を利用していることから宮古島として分析を行うこととする。

(2) 結果と考察

変化をとらえるためには、1995年の結果と2000年の結果が必要であり、それぞれの年の分析と両年を用いた分析を行った。この結果、因子負荷量は類似したものとなり、ここでは両年のデータを用いた分析結果を示す。

離島地域の主成分分析の結果、第1主成分には人口、世帯数、年少・労働・高齢人口、第1～3次産業従業者数、宅地、農用地、水洗化人口、宿泊能力の因子負荷量が0.9以上という大きな値をとったため、「地域の規模」と解釈する。第2主成分には第3次産業従業者率、人口千人あたり宿泊能力、人口あたり観光客数の因子負荷量が0.8以上であり、第2次産業従業者率、第1次産業従業者率が0.71と0.55という負に大きな値をとったため、「観光依存度」と解釈する。2つの主成分で累積寄与率が76.9%となり、十分な説明力があると判断できる。

離島市町村の変化を示した分析結果を図1に示す。図中の矢印が1995年から2000年への変化を表している。これより、3つのグループに分けることが出来る。

グループ1：地域の規模が大きな石垣市、宮古島

グループ2：観光依存度が高い竹富町、渡嘉敷村、座

間味村

グループ3：どちらも大きくない粟国村等の町村

まず、グループ1は石垣市と宮古島であり、離島地域では石垣市と平良市（現宮古島市）だけが市であることから、この結果になったと考えられる。宮古島の観光依存度が負になっているのは、石垣市に比べサトウキビ栽培等の農業が盛んであるためだと考えられる。また、両地域ともに観光依存度は正の方向に向いていることもわかる。

グループ2は人口が少なく、観光依存度が高い3町村である。竹富町はテレビドラマに取り上げられたことなどから人気が高く、渡嘉敷と座間味の両村は1月から3月はホエールウォッチング、夏期はスクーバダイビング等で人気がある地域である。渡嘉敷村はこの5年間の変化はあまりみられないが、座間味村と竹富町は観光依存度が高くなっていることがわかる。

グループ3の中でも、粟国村、渡名喜村、伊是名村等は観光依存度が正の方向に向いている。これは沖縄ブームさらには離島観光の人気の高まりがこれらの島嶼地域にも影響しているからであろう。一方、久米島町は負の方向になっているが、これは泡盛や製塩等の製造業が盛んになってきたためと考えられる。

3つのグループから石垣市、宮古島、竹富町、粟国村の生活用水量と業務用水量、それらの全有収水量に占める割合、住民1人1日あたりの水量の変化を表10に示す。比較対象として那覇市と恩納村の結果も示す。これより、観光依存度が高い方向へ移ると業務用水量が増加していることがわかる。また、竹富町は他地域に比べ住民1人1日あたりの使用水量が高いこともわかる。

竹富町は10の有人離島のうち、竹富・波照間・西表島以外は、西表島からの送水されている。この島は他の島に比べると水が豊かであるため水道用水の確保が出来ているが、豊かな自然環境を残すためにもダム等の建設は考えにくい。水資源に乏しい座間味島が竹富島と同様の傾向を示していることから、毎年のように給水制限が実施されるのも理解できる。観光による経済の活性化を行っている市町村は多いが、このことは渇水リスクが増加していくことになると言えよう。

4. 水資源に関わる沖縄の問題と水環境計画

(1) 観光を考慮した水に関わる問題点の整理

ここでは沖縄の渇水と水環境汚染に関し、観光を考慮して問題点を整理し構造化する。

沖縄は昔から水不足に悩んでいた地域である。本土復帰を機に、水道用水や農業用水確保のためにダム開発を行ってきた。一方で、復帰直後の1975年には約104万人

表 10 需要用途別有収水量と割合の変化

	年度	生活用			業務用		
		年間有収水量 (千 m ³)	割合 (%)	1人1日当たり 水量 (ℓ)	年間有収水量 (千 m ³)	割合 (%)	1人1日当たり 水量 (ℓ)
竹富町	1995	315	53.0	246.9	243	40.9	190.5
	2000	372	54.5	277.3	264	38.7	196.8
石垣市	1995	4,249	69.4	277.7	1,800	29.4	117.6
	2000	4,305	67.1	271.3	2,014	31.4	126.9
宮古上水	1995	5,004	72.1	287.9	1,888	27.2	108.6
	2000	4,963	71.2	283.7	1,984	28.5	113.4
栗国村	1995	59	88.1	213.3	8	11.9	28.9
	1999	73	83.0	198.8	15	17.0	40.9
那覇市	1995	2,8554	72.2	262.1	9,774	24.7	89.7
	2000	2,8534	73.3	259.1	9,382	24.1	85.2
恩納村	1995	427	23.0	136.2	1,368	73.7	436.5
	2000	567	24.9	167.2	1,630	71.6	480.1

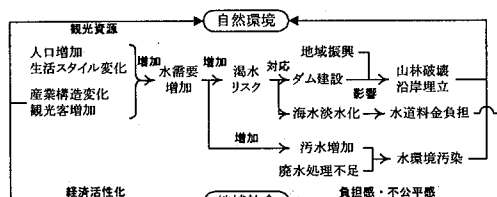


図 2 沖縄における水に関わる地域問題の構造

であった人口は2005年には136万人にまで増加した。観光客数は海洋博覧会が開催された1975年で約155万人であったのが、本土からの直行便の増加や修学旅行、沖縄ブーム等により、2005年には550万人を超えた。

これらに対応するため、沖縄振興と相まって、沖縄本島ではさらなるダム開発が行われているが、ダム建設による排出土砂は沿岸域を埋め立てる結果となっている。ダムが造られる場所は山原と呼ばれる北部地域であり、ここにはイタジイの原生林が広がり、ヤンバルクイナ等の貴重な生物が生息する場である。つまり、山と海の自然環境を破壊して水資源を確保しているのである。

また、ダムサイトに恵まれない離島地域では海水淡水化が行われているが、これは水道料金の値上げにつながるため、低所得者の多い離島住民にとっては大きな負担となっている。さらに、この地域には毎年数個の台風が接近する。台風によって停電することが多く、これによって給水が止まることもある。さらには、浄水場に被害が生じる場合もある。しかし、離島地域にこの対応が出来る人はおらず、台風が過ぎてから沖縄本島や本土から対応に来るという状況であり、給水制限が長期化することもある。淡水化を行っていない座間味島では、観光客の増加によって毎年のように給水制限が実施されている。観光に関わっていない住民にとっては耐え難い問題となっている。さらに、この島のダイビングショップ等で働いている人には島外の人が多く、このことが問題をより難しくしている現実がある。

水需要および水使用量の増加は当然汚水の増加になる。沖縄本島を中心に都市域では下水道が整備されてきており、県全体の人口普及率は60.9%（2005年）である。し

かし、下水道接続率を公表している豊見城市では、これが約79%であり、農業集落廃水処理施設への接続率に関しては約26%と非常に低いものとなっている¹⁵⁾。離島地域では浄化槽やくみ取り式が多く、浄化槽でも単独処理浄化槽の割合が約70%である¹⁶⁾。また、ヒアリング調査より、くみ取り式でもくみ取りをほとんど行っていない家庭もあることがわかった。隆起珊瑚で出来た島ではトイレの下部をコンクリート等で固めなければ、尿尿は地下へ浸透するのである。2001年度における県内の非水洗化人口は約13.6万人であり、収集量ベースでの1人1日あたり尿尿収集量は1.10ℓである。しかし宮古島の平良市では0.32ℓであり、明らかに少ないことがわかる。

以上より、沖縄における水需要の増加とこれから派生する問題の関係は図2のように示すことが出来る。観光に着目すれば、観光客の増加によって水需要は増加し、これに対応できなければ毎年のように給水制限が実施されてしまう。これに対応するために、ダム開発によって山と海の破壊が伴う場合があり、淡水化をすれば水道料金の値上げという住民の負担増になる。さらに汚水の増加と廃水処理の整備不足（住民意識に大きく関係する）によって生態系は破壊されていく。つまり、観光対応のために行っている行為が、観光資源である自然生態系を壊しているのである。

(2) 水環境計画プロセス

水資源開発計画はこれまで水需要を満足するように考えられてきた。しかしながら、沖縄では前節で指摘したような問題が生じている。そこでここでは、図3に示す水環境計画プロセスを提案する。つまり、水需要予測は地域活動計画をもとに行われるが、新たな水資源開発に対し、生態系への影響と住民の合意形成を内部化したシステムとなっている。そして実行可能でなければ、地域活動計画、さらには目標観光客数へフィードバックすることになる。また、実行可能であるならば、その後下水処理水や天水利用、さらには観光客をも含めた節水活動計画を組み込むこととする。リピーター率が60%を超え

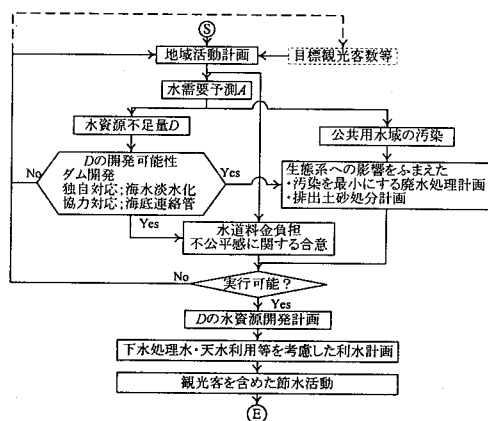


図3 水環境計画プロセス

ていることから、観光客に沖縄の水の現状に関する情報を発信することにより、少しは節水効果が得られると考えられる。

沖縄本島に昔からすんでいる 50 代以上の住民から、「昔より海が遠くなった。」「昔のきれいな海をみるために離島へ行く。」という声を聞くことがある。これ以上島の自然を壊さないためにも、水に関わる総合的なリスクマネジメントが必要である。

5. おわりに

本研究では、沖縄の水に関する問題を渇水・環境汚染・観光という視点から地域の問題として整理し構造化を行った。そしてヒアリング調査等によって得られた知見をふまえて沖縄に適した水環境計画プロセスを提示した。

本論文は亜熱帯島嶼地域の水に関する総合的なリスクマネジメントのための第一歩だと考えている。今後は、島嶼の違いを考慮した水に関わる問題の分類と構造化、観光用水量に関する調査・分析、観光関連産業従事者とそ

の他住民の水（水道等の利用だけでなく、河川や海という水辺空間）に関する考え方の調査・分析が必要である。

最後に、本研究の資料収集に際し、沖縄県業務衛生課の大城彰氏の協力を得ました。また、(財) 沖縄県環境科学センターの金城義信氏、石垣市水道部の宮良長欣氏には資料を提供して頂くだけでなく、沖縄県の水道の変遷と現状の問題等について貴重なご意見を頂きました。本研究は(社) 沖縄建設弘済会の助成を受けました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 沖縄県企業局：ガロンの時代から、1993
- 2) 金城義信：沖縄の水道、新沖縄経済社、1997
- 3) 沖縄県福祉保健部業務衛生課：沖縄県の水道概要
- 4) 石垣市水道部：水道事業統計年報
- 5) 沖縄県企画開発部：全国水需給動態調査資料
- 6) 沖縄県企画開発部：水資源開発施設調査関係資料
- 7) 沖縄総合事務局北部ダム事務所 HP
- 8) 石垣市：水道事業変更認可申請書、2003
- 9) 宮古島上水道企業団：水道事業変更届出書、2003
- 10) 座間味村：座間味地区簡易水道事業変更認可申請書、2000
- 11) 沖縄県企画開発部：離島関係資料
- 12) 水谷潤太郎・篠龍一郎・茂庭竹生：沖縄県リゾート地域水道の水需要、水道協会雑誌、第 63 巻 6 号、pp.44-54、1993.
- 13) 沖縄県企業局：沖縄県水道用水供給事業第 9 回変更認可申請書[別冊]、2004
- 14) 沖縄県：観光要覧 平成 16 年度版、2005
- 15) 豊見城市：私たちの生活とよさん、2005
- 16) 沖縄県：廃棄物対策の概要 平成 15 年度版、2004

A Study of the Changing Process of Water Supply-Demand and Drought Water in Okinawa

Daisuke KAMIYA

An inhabitant of Okinawa prefecture had troubled with drought water. Because Okinawa have a subtropical oceanic climate, and there is composed of very small islands in Ryukyu archipelago. Some water resource developments had been done since Okinawa's reversion to Japan in 1972. A quantity of water demand was increased by increase of population and tourists etc. Firstly, this paper shows changing processes of water supply, water use and drought water. Secondly, social structure of isolated islands is analyzed using factor analysis. Finally, a structure of problems considering drought water is shown, and water environmental planning process is proposed.