

# 琉球大学学術リポジトリ

## 応募作文

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学アジア太平洋島嶼研究センター 公開日: 2012-01-10 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: - メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/22748">http://hdl.handle.net/20.500.12000/22748</a>

### 3. 応募作文

## 宮古島の命の源である地下水を守る私の挑戦

沖縄県立宮古農林高等学校  
環境工学校 2年 砂川勝莉華

私の住む宮古島は東京都より約 2040 km、沖縄本島からは約 290 kmに位置し、宮古から台湾までの距離は約 380 kmあります。島の面積は約 280 km<sup>2</sup>、気候は亜熱帯性で、サンゴ礁の海に囲まれた島嶼です。宮古島では、約 5 万 5 千人の島民が生活し、基幹産業は農業であり、特にサトウキビ生産が盛んで、自然豊かな美しい島です。

沖縄県宮古島は、川や湖などの水資源がなく、島民の産業用水または生活用水など飲料水の全てを地下水に依存する世界的に類を見ない島です。そのことは、地下水汚染が島民の生活や生命に直ちに影響を及ぼすことを容易に推測させます。世界では硝酸態窒素などに汚染された水や不衛生な水を飲んだりして、8秒間に一人の幼い命が失われており、人命も危機にさらされています。最近、ある機関の調査で宮古島の地下水汚染が年々上昇していることがあきらかになりました。宮古島は、島の面積の約 7 割が畑で、その畑に施用される化学肥料中の余分な硝酸態窒素が、地下水を汚染しているというのです。宮古島において農業が地下水汚染の加害者であることは私たち農業を学び、将来農業を志す者として大変悲しいことです。

沖縄県立宮古農林高等学校 環境班は、宮古島の基幹産業である農業が大切な地下水を汚染していることに大きなショックを受け、地下水保全の研究を始めました。あれから 10 年、後輩である私は先輩たちからその研究を引き継ぎ、島民の生活を支える農業の活性化と島民の命を支える地下水を守る共生型の研究に数々、取り組んできました。この問題で重要なのは、地下水汚染がこれ以上進むと、私たちは島に住むことができなくなる恐れがあると言う事実です。

そういう中で地下水汚染の原因である化学肥料の大量施肥をどうにかできないかというのが最初の課題でした。

その方法として、先輩たちは土壌より選抜した有機酸生成能を有するリン溶解菌を活用して、土壌蓄積リンの再利用機能を有する有機肥料「Bio-P」を開発しました。宮古島の土壌はサンゴからできた琉球石灰岩が風化した土で、pHはアルカリ性を示し、カルシウムを豊富に含んでいます。そのカルシウムと大量に施用される化学肥料中のリン酸が反応し、その結果、作物に利用されない難溶性リン酸カルシウムが土壌に大量に蓄積されているのです。先輩たちは、その土壌蓄積リンを作物に再利用することを試みました。

その過程は、まず土壌よりリン溶解菌を分離し、サトウキビ製糖工場の副産物であるバガスや糖蜜に添加した有機肥料を調整し、土壌に処理します。そうすることにより、リン溶解菌が有機酸を生成し、その有機酸が土壌に蓄積されているリン酸カルシウムに反応し、有機酸カルシウムを形成します。その結果、リン酸が遊離し、作物に吸収される状態になります。それはリン酸の利用率を高めることになり、同時に有機肥料の施肥で化学肥料の量を減らすことになります。先輩たちの研究は、そのような経路を経て地下水汚染を防ごうとするものでした。

有機肥料「Bio-P」を畑に処理することにより、リン酸が吸収され、サトウキビの品質が向上します。また、私たちが「食」とする、野菜などの生育も促進されます。先輩たちは有機肥料「Bio-P」の施肥で化学肥料の低投入型施肥技術 (LISA: Input Sustainable Agriculture) を確立し、持続可能な農業を目指しました。

その成果は、宮古島市の環境行政と共に私たち環境班の自治体環境グランプリ受賞という形で表れました。この有機肥料「バイオ・リン」の開発には多くの苦労と努力がありました。先輩や先生は、夜遅くまで実験をして、出来た有機肥料に欠点があれば、それを改善するために試行錯誤を重ね、10年という月日を経て、ようやく完成させました。私は、よくこの長い時間の中、こんな事を続けられるものだと、驚きました。しかし、宮古島に住んでいる者としてそれは当たり前のことなのです。「自分たちの今、住んでいる宮古島の命の源である地下水が、汚染されているこの瞬間に、自分たちは何もしないでいいはずはない。」今を生きる我々は問われている。私は、そう思うようになりました。

私は宮古農林高校に入学し、迷わず環境班に入りました。そのきっかけは、中学の時、環境班の発表を聞いたことでした。今、私はその出会いにとっても感謝しています。

ところで、調査研究と多くの場での発表という社会活動を行った先輩達ですが、一つの疑問が残りました。それは、「宮古島の農家の方々の地下水保全への意識は変わったのか」「本当に地下水の硝酸態窒素濃度は低くなっ

ただろうか」ということです。先輩達のその疑問を引き継いだのが私たち後輩です。その疑問に答える目的で私たちが行ったのが、宮古島の地下水の硝酸態窒素濃度を分析することにしました。

その方法として環境班メンバーは、自分が住んでいる地域の「湧水」を各自採取し、その「湧水」の硝酸態窒素を分析することにしました。宮古島の地下水は、雨水が暗赤色土の島尻マージ土壌や琉球石灰岩を通り、島尻層郡で、せき止められ地下水となります。その地下水が上部に湧水としてわき出します。先輩たちが「湧水」に着目したのは、それが理由でした。

つまり、宮古島の各地にある「湧水」は、地下水と同じ成分で、湧水の硝酸態窒素濃度は地下水の示標になると想定したのです。

私は湧水をサンプリングするためにある場所へ行きました。そこは今も水が豊かに湧き出ている所です。苔が生えた古い石段を降りていくと薄暗い中に、水がこんこんと湧き出ています。神秘的な井戸の中でサンプリングした湧水を手にとってみると、まるで水が溶けたような冷たさでした。昔の人々もこの水を掬い、口に運んだかと思うと不思議な気持ちになりました。井戸の横には水の神を奉っており、この井戸が人々にとってとても大切なものだったことが伝わってきます。

日本の水道法では、水道水に含有される硝酸態窒素の濃度が10ppm以上の水は飲料水として使用できないと規定されていますが、採取した水の分析の結果、宮古島の「湧水」には、約7~9ppmの高濃度の硝酸態窒素を認め、現在でも危機的状況であることがわかりました。さらに、硝酸態窒素濃度の一年間の推移を見てみると、6月から9月は他の月に比べて、濃度が非常に高くなっていることを認めました。

井戸の水は長い年月の間枯れることなく、人々の生活を潤わせてきました。その水が汚染されていることを知り、私は、自然に対する人々の態度をあらためて思うようになりました。

ところで、なぜ、この4ヶ月間は濃度が高くなっているのでしょうか。そのことを調査研究した結果、次のことがわかりました。1月から3月までのサトウキビ収穫後から9月の夏植えまでの期間、サトウキビ畑は植え付け準備のため裸地状態になります。一方、宮古島は6月は梅雨、7月から9月にかけては台風と、この4ヶ月間は雨が大量に降ります。つまり、サトウキビに吸収されなかった余分な土壌中（残留）窒素が雨水によって地下水に流亡するのだと、私たちは考えました。さらに、地下水に高濃度の硝酸態窒素が含有されているということから、宮古島の農家では、植え付けまでの期間、コストのかかる緑肥栽培や手間のかかる有機肥料活用による土作りを通した地下水保全型研究に取り組む農家は少ないのではないかと推測もできます。それは、環境問題は、経済問題であるという考えに到達します。

宮古島では、近代農業の象徴である化学肥料が沖縄県の日本復帰後の1980年代以降に急速に普及し作業の省略化や作物の生産性の向上に多大な貢献をしました。しかし、その代償として農業で使用される化学肥料由来の硝酸態窒素によって、島民の生活に必要な地下水が汚染されているのです。地下水は、一度汚染されると、その再生には100年~1000年もの月日を要すと言われており、宮古島の地下水は宮古島が持続的に発展するためになんとしても守らなければならないのです。

何世代にもわたる実験の成果を私たちの2年上の先輩達が発表し、「地下水汚染で苦しんでいる世界の国や地域で活用できる」という評価を受けました。そして、この研究は2004年8月にスウェーデンで行われたストックホルム青少年水大賞でグランプリを受賞し、アジア初という名誉ある賞を頂くことが出来ました。

先輩達のこの研究成果を、私は去年行われた全国地下水サミット、また宮古で開催した環境フォーラムで発表し、地下水保全の研究を多くの人に知ってもらうために色々な所へ行き、発表してきました。その発表を聞いた人達は「非常に素晴らしい研究だ」といつてくれます。その言葉はそのまま、人々の環境保全への意識の高まりを表すものだと受け止めています。小さな宮古島で自分たちの住む島のことを考え、「考えは地球規模で、行動は足元から」を環境班の地下水保全のキーワードにして取り組んできた結果が、世界に認められたことは、毎日休まず、研究に励んで頑張ってきたかいがあったということです。この評価は私たち環境班の評価だけでなく、島に住む人々の地下水保全の日々の取り組みへの評価でもあると思います。

環境班は、宮古島の地下水保全のため、日々新たな発見をし、実験をしています。この島の人々が地下水保全に向けて関心を持ち、宮古島の命の源である地下水を守りたいと思えば、地下水保全の実現は近い将来に、必ずできると思います。そして、私も環境班の一員として、島の人々の生命を維持する大切な水を守り、次の世代へ引き継いでいきたいと思っています。

僕の住む奄美大島の河川では、あちこちで工事が行われています。実際、近所の川でも、洪水防止の為、川幅を広げる工事が行われています。その工事を見ていて、工事が環境にどのような影響を及ぼすのだろうか疑問に思い、調べてみました。

奄美の海は、黒潮が通っています。黒潮には養分が少ないため、普通は豊かな海にはなりません。しかし、褐虫藻が共生しているサンゴは、光合成によって養分を作り出すことができます。サンゴが活動する時に不要物を褐虫藻が光合成を使って養分を作り出し、それをサンゴが使います。このようにして、黒潮のように養分が少ない環境でも棲息でき、ブダイのように、サンゴを餌にする生物が棲息できるようになります。しかし、河川等の工事によって赤土が海へ流れ込んでしまうと、サンゴが光合成できなくなってしまいます。光合成ができないと、養分を作り出すことができず、死んでしまいます。そして、サンゴを餌にしている生物も棲息できなくなってしまいます。

次に、河川の工事によって、河川に棲息している生物にも大きな影響が出ます。奄美の住用村にある役勝川には、絶滅危惧種のリュウキュウアユが生息しています。この役勝川では、護岸を整備する工事がされていました。そして、最近では、近くに新しいトンネルと道路を造る工事をしています。この工事により、赤土が川に流れ込んでいます。リュウキュウアユは、川底に石がごろごろしているような場所の石と石の間に産卵します。しかし、この工事によって赤土が川に流れ込み、石と石の間に溜まってしまうと、リュウキュウアユは産卵することができなくなってしまいます。このことを心配して、付近の学校では産卵期の前に、石と石の間の赤土を取り除き、川底を掃除して、リュウキュウアユが産卵しやすい環境を作る活動をしているそうです。

では、どうしてリュウキュウアユを守らなければならないのでしょうか。その理由として、多様性を守ることがあるのです。そのことより、まず、森と海との繋がりを守るの方が重要です。

森と海は繋がっています。森の落ち葉や動物の死骸等が川に流されて海へ運ばれます。そして、有機物を餌にしているプランクトンが増え、そのプランクトンを小魚が食べ、その小魚を他の生物が食べます。このようにして食物連鎖が生まれ、サンゴの場合とは少し異なりますが豊かな海になるのです。役勝川で例えると、上流から下流のマングローブに流されてきた有機物を糧にしてプランクトンが増殖し、それをリュウキュウアユの雑魚等の小魚が食べます。そして、それを大きな魚やシラサギ等の鳥が食べます。流されてきた有機物はエビやカニやシジミ等の貝類の餌にもなるため、色々な種類の生物を育てているのです。しかし、森と海の繋がりは、「森から海へ」だけではなく、「海から森へ」の繋がりもあります。奄美の川に棲む多くの生物は、リュウキュウアユのように、一度海に下り、海で十分に育ってから川へ遡って来ます。そして、それをカワセミ等が捕食します。そのカワセミのフンは草木を育てる養分になります。海から川へ遡る生物によって、海の養分を上流へ運び、森へ運ばれるのです。このように、森と海とは密接な関係にあります。しかし、養分を海から森へ運ぶ生物がいなくなってしまうと、この繋がりが切れてしまいます。そのために、リュウキュウアユの保護は重要なのです。自然に絶滅してしまう運命ならば、その必要は無いように思われますが、一度でも人間の手が入っている場合、当然人間が保護し、元に戻さなくてはなりません。

しかし、そうは言っても、全く工事をしないというわけにはいきません。雨が降るたびに洪水に遭ってしまうように、工事をしなければ人間の生活が困難な場合、護岸を整備する等の工事を行わないわけにはいきません。しかし、家の近くの川のように、橋を新しくするためだけに、護岸を新しくする必要は無かったのではないかと思います。また、赤土が流出しないように、ネットを張っているようですが、大雨が降って川が増水した場合、どうしても、流出してしまうようです。もう一度計画を見直したり、対策をしっかりとすべきだと思います。

他にも、水辺の環境問題はあります。藻場の消失がその一つです。藻場とは、ホンダワラ等の海岸が群生している場所のことで、色々な魚の雑魚や、シラヒゲウニの幼生の良い隠れ家や餌となっており、藻場が消失したことにより、隠れ家がなくなってしまいます。近年、漁獲量が減った魚種は、これが原因だと言われています。どうして藻場が減ったのかというと、海岸工事や、生活排水が原因のようです。

奄美の自然はとてすばらしく、奄美固有の貴重な生物もたくさんいます。ですが、地元の人たちは、あまり関心がないようです。実際、観光地として有名な金作原に行ったことのある人は、あまりいないようです。また、各地で奄美に関する様々な講演会が開かれているようですが、あまり参加者の人数が増えないのは、関心を持っている人は、ほんの一握りの人しかいないと言うことなのでしょう。

確かに、このすばらしい自然が、あまりにも身近過ぎて興味が沸かなかつたり、どれぐらいすばらしいのかがその中に昔から住んでいると分からないというのは仕方が無いことだと思います。しかし、自分の暮らしている地域のことについて、全く無関心というのは、あまりにも無責任ではないでしょうか。

畑の脇の水路の傍らに、赤土を山にしている場所がありますが、雨が降ると流れ出してしまいます。しかし、流されない場所に移動させれば、流出は防ぐことができます。このように、知っていれば未然に防ぐことができるのです。他にも、合成洗剤を使わない等、個人でできる対策もたくさんあります。一人一人が知り、関心を持って、行動に移せば、環境問題を軽減させることができるのです。

## 「私の島の水問題」

琉球大学法文学部 4 年次 野崎堯恵

今日の日本、沖縄本島において、私たちは、いつでも蛇口をひねれば自由に水が飲める時代にいます。しかし、このような中においても、このような時代だからこそ抱えている様々な問題があります。この作文を通して、それらの現状、そして問題を、ひとつ検討したいと思います。

まず、「沖縄における、水と人々の関係と歴史」について見ていきたいと思います。

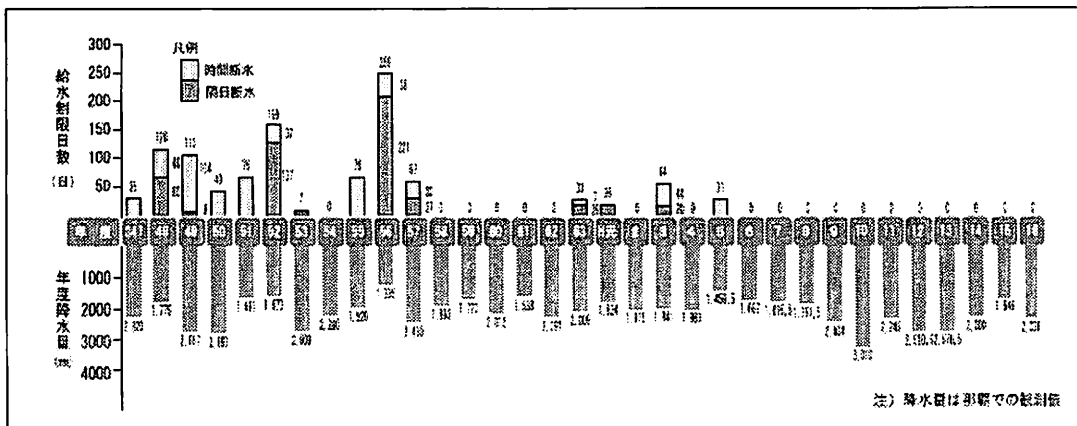
世界中でもそうであるように、約 160 の珊瑚礁の島々からなる沖縄でも大昔から人々の暮らしは、「水との戦い」でした。昔の人々は、いかに雨水を集めるかということを考えていました。そこで、庭の木にわらなどを縛り、そこから伝わる雨水や、屋根に降った雨水などを水がめに集めていました。雨水は「天水(てんすい)」と呼ばれ、大切に使われていたのですが、ボウフラが発生しやすいため、蚊に悩まされることもありました。また、そこで発生した蚊に刺されることで、マラリアになることもあり、「水を得る」ことは命懸けだったのです。

雨水のみならず、川や湧き水も利用されていました。井戸もたくさん掘られ、井戸や川から水を汲むのは、母や子供の仕事だったのです。湧き水や井戸のことを、沖縄では「カー」と言います。「カー」は水を汲み取る場所のみならず、地域の人々の出会いの場であり、情報交換の場でもありました。そこは、近所の人々が毎日顔を合わせる、コミュニケーションの場でもあったのです。「カー」には線香が置かれ、お年寄りのお祈りしている姿がみられることから分かるように、水がいかに大切に扱われていたのか分かります。水道が各家庭に引かれるようになったつい最近まで、人々の生活、付き合いを支え続けていた、繋いでいた大切な場所だったのです。

明治時代から昭和の初めごろ、那覇では「水売り」という船が、飲み水を売りに来ていました。1993 年(昭和 8 年)に水道が引かれるまで、井戸が少なく水不足になることが多かった那覇では、山下町にある「落平樋川(ウティンダヒージャー)」の水を売りに来る船を利用していたといえます。この船是那覇の名物でもあり、琉歌にも詠まれるほどだったのです。

1945 年(昭和 20 年)に沖縄戦が終戦し、それから世の中が落ち着き始めると、水道もよみがえってきました。

1958 年(昭和 33 年)には、米国政府によって琉球水道公社ができ、水道が整えられるようになりました。しかし、1963 年(昭和 38 年)は、例年の降水量の半分にも足らず、大変な干ばつに襲われたのです。これは、大きな影響を与えました。それまで米を作っていた農家を、サトウキビづくりに切り替えさせるきっかけにもなったのです。そのため、この年から沖縄では急速に水田が減ってしまいました。1960 年(昭和 25 年)頃には那覇市、コ



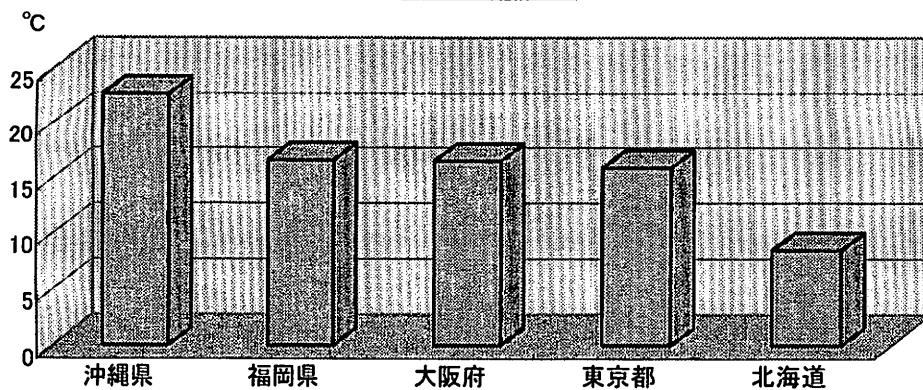
ザ市をはじめとする 8 つの市町村と、局所的な簡易水道を合わせると約 200 の水道が誕生し、琉球列島において約 40% の人々に給水していました。

1972 年(昭和 47 年)、沖縄が本土復帰してからは、国のダム開発が進んだことで、水不足は徐々に少なくなっていきました。それからは、1981 年(昭和 56 年)に降水量が少なく、記録的な断水が起こったものの、1994 年(平成 6 年)4 月からは一度も断水はなく、現在の沖縄での水道の普及率は 99.9% になっています。(以下のグラフ参照)

つぎに、「沖縄における水に関する現状」を見ていきたいと思います。

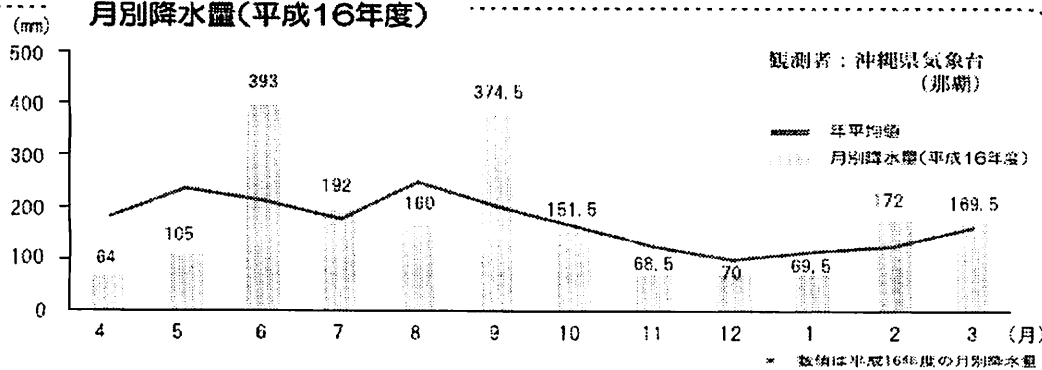
沖縄は亜熱帯海洋性気候に属し、以下のグラフからも分かるように、平均気温が 24.1 度と年中暖かく、年間降水量も約 2,139mm と、全国平均の 1,714mm を上回っており、全国でも雨の多い地域のひとつです。

年間平均気温の比較



しかし、人口密度が高いため、県民 1 人当りの雨量は、全国平均の 6 割ほどしかありません。また、以下のグラフから分かるように年間を通して雨は降るものの、半分以上は梅雨の 5・6 月と、台風シーズンの 8・9 月に集中しており、夏に台風が来て雨が降らないと、すぐに水不足になってしまうという、不安定な状況にあるのです。

月別降水量(平成16年度)



資料  
 ＊沖縄県の人口は平成16年度末「沖縄県統計年鑑」  
 ＊年平均降水量及び気温は1971年～2000年の那覇の平均値  
 ＊全国平均及び水資源賦存量の数値は平成17年度版「日本の水資源」  
 ＊月別降水量グラフは平成16年度版「水資源記録資料集」

「降水量に依存しすぎない水源の確保」こそが、沖縄県における水の安定供給において大きな課題と言えるのです。

水源として森、川・地下水、ダムが挙げられます。順に現状と課題を見て行きたいと思います。

森林には降った雨をしばらく貯蔵しておく、森林が育てた栄養分を水に含ませ、山から川、海へと運ぶ働きをしています。

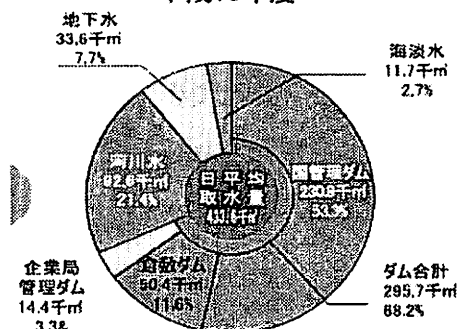
沖縄本島の北部には、深い山々が続き、清らかな川がたくさん流れる山原(ヤンバル)とよばれるところがあります。首里、那覇を中心とした沖縄本島中南部では、昔から開発が進められてきた一方、山原をはじめとする本島北部では今でも豊かな自然が残っています。南北に細長い沖縄本島では、水を取り巻く環境が、北部と南部とでは全く異なる環境にあります。今日における、沖縄本島中南部の人々のくらしは、「北部の豊かな水があるからこそ成り立っている」といっても過言ではないのです。

以下のグラフ「平成16年度水源別取水量」から、全体の約7割が中部・北部にあるダムが水源であり、水源を北部に依存している実態が見られました。

「平成16年度市町村別供給量」の表から、全体の3割弱を那覇市に供給されているという現状からも、「水源は北部、消費は南部」という沖縄の水事情が分かりました。

「平成16年度 水源別取水水量」

平成16年度



「平成16年度 市町村別供給量」

(単位:千m³/年)

市町村名	平成16年度供給量	構成比 (%)	給水開始年月日
那覇市	39,689	26.7	昭和47年5月15日
沖縄市	19,789	13.3	"
宜野湾市	10,597	7.1	"
浦添市	13,877	9.3	"
具志川市	8,624	5.8	"
読谷村	4,510	3.0	"
南部水道企業団	7,078	4.8	"
嘉手納町	1,664	1.1	"
北谷町	3,812	2.6	"
北中城村	3,287	2.2	"
石川市	2,734	1.9	"
豊見城市	5,770	3.9	"
与那原町	1,797	1.2	"
中城村	1,805	1.2	"
与那城町	1,236	0.8	昭和47年5月15日
西原町	4,291	2.9	"
勝連町	1,647	1.1	"
佐敷町	1,372	0.9	"
玉城村	1,228	0.8	"
名護市	2,123	1.4	"
糸満市	6,551	4.4	"
知念村	713	0.5	昭和49年12月15日
本部町	290	0.2	昭和50年6月10日
今帰仁村	497	0.3	昭和50年7月12日
伊江村	467	0.3	昭和52年2月1日
恩納村	2,327	1.6	昭和52年7月20日
金武町	1,039	0.7	平成元年10月1日
小計	148,835	100.0	

注1) 南部水道企業団は、東風平町、具志頭村、大里村、南風原町で構成されていますが、平成18年1月1日から市町村合併により、南城市、南風原町、八里瀬町で構成されることとなります。  
 注2) 石川市・具志川市・勝連町・与那城町は市町村合併により平成17年4月1日からうるま市となっています。

つぎに、ダムについて見ていきたい。

現在沖縄県内には、飲料水用のダムで沖縄県が管理する3つのダムと、国が管理する6つのダム、合計9つのダムがあります。(以下の表参照)

「ダムのあらし」

ダムには、水道用や工業用水・農業用水を送る役割のほか、洪水を防ぐことや、ダムの下流の川に必要な水を流すなどの役割もあります。しかし、開発のために自然が壊されることや、莫大な工事費をめぐり政治家の食い物にされる実態もあり、今日では敬遠されるようになってきました。開発と自然の調和、一方で水源の確保など、さまざまな問題が入り組んでいるのが「ダム」なのです。

つぎに、沖縄における新しい取り組みについて見ていきたいと思います。

ひとつは、「地下ダム」です。

地下ダムは、農業で使う水を得るために、1979年(昭和54年)、宮古島の地下に

	名称	利水容量 (千m³)
国	福地ダム	44,700
	新川ダム	600
	安波ダム	12,600
	昔久川ダム	950
	辺野喜ダム	1,600
	漢那ダム	6,650
	羽地ダム	15,600
	計	82,700
県	金武ダム(局)	660
	山城ダム(局)	1,190
	計	7,750



完成しました。沖縄ならではの琉球石灰岩を利用した皆福地下ダムは地下に貯まった雨水が、3ヶ月以上経って地上に湧き出てくる仕組みを利用したもので、世界初の地下ダムとして話題になりました。

もうひとつは、「海水淡水施設」です。

海水淡水施設は北谷町や離島で建設されています。

塩を残して真水だけがセロハンのような膜を通して押し出される、浸透圧を利用して海水は飲み水として作られます。塩分が高くなった海水は、回りの環境を壊さないように海にもどされています。(以下のイラスト参照)

同施設は平成8年度で完成し、平成9年4月から1日当たり4万 $m^3$ の水を生産することが可能となったのです。海水淡水施設の取水源となっている砂辺海岸はマリンスポーツが盛んな場所で、私もこの海岸でダイビングの免許を取得しました。

離島における水道状況を見ていきたいと思います。

離島には全部で5つの上水道と19の簡易水道が設置されています。

以下の表から、渡名喜島・北大東島・南大東島のみで、海水淡水化が行われていることが分かりました。また、水源が受水である島が多い実態を知りました。

もし、災害時、例えば地震で施設に亀裂が入り、供給源からの供給が滞らなくなった場合、復旧に時間が要され、大変なことになるのではないかと思います。人間の生命に不可欠な水が島内で自給できないことは、やはり問題だと思いました。

規模の違いにはあるようですが、海水淡水化のための機械は1億円前後するようです。

各離島に水の安定供給できるこの機械の導入は必要だと感じたものの、実現には到底不可能です。

ですから、受水の体制を取っている島々は、特に災害時、迅速な対応ができるようきちんとしたガイドラインを想定、そして実行できるようにしておくべきだと感じました。

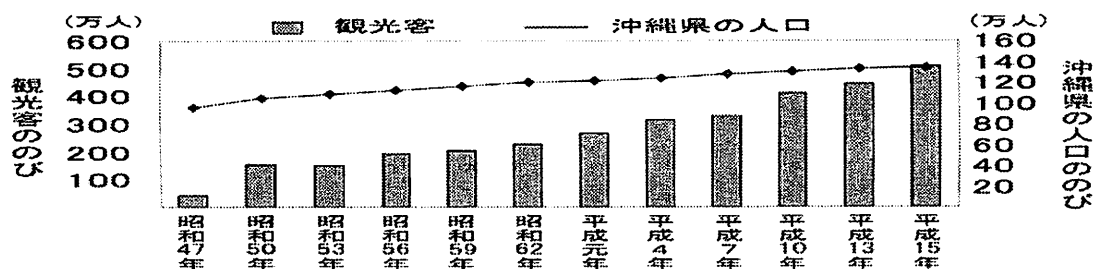
「島別水道状況」(平成17年3月31日現在)

	水源	備考
<b>北部圏域</b>		
伊平屋島	地下水	
野甫島	受水	伊平屋島から送水
伊是名島	表流水、地下水	
伊江島	湧水、受水	沖縄本島から海底送水
水納島	受水	〃
<b>中南部圏域</b>		
津堅島	受水	沖縄本島から海底送水
久高島	〃	〃
栗国島	かん水	かん水淡水化
渡名喜島	海水	海水淡水化
座間味島	表流水	
阿嘉島	〃	
慶留間島	〃	
渡嘉敷島	〃	
久米島	表流水、地下水	
奥武島	受水	久米島から送水(橋梁添架)
オーハ島	〃	久米島から海底送水
北大東島	海水	海水淡水化
南大東島	〃	〃

<b>宮古島圏域</b>		
宮古島	湧水、地下水	
池間島	受水	宮古島から送水（橋梁添架）
大神島	//	宮古島から海底送水
来間島	//	宮古島から送水（橋梁添架）
伊良部島	地下水	
下地島	受水	伊良部島から送水（橋梁添架）
多良間島	地下水	
水納島	ため池	飲料水供給施設
<b>八重山圏域</b>		
石垣島	表流水、地下水	
竹富島	受水	石垣島から海底送水
西表島	表流水	
鳩間島	受水	西表島から海底送水
由布島	//	//
小浜島	//	//
黒島	//	//
新城島（上地）	//	//
新城島（下地）	//	//
波照間島	海水、かん水	海水、かん水淡水化
外離島		
加屋真島		
与那国島	伏流水、地下水	

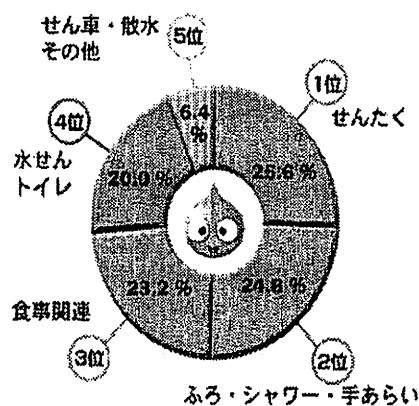
最後に、沖縄への観光客数は年々増加傾向にあり、昨年 2005 年には 550 万人の観光者数の記録を打ち出しました。また、沖縄への移住ブームなどもあるように沖縄県の人口も増加の傾向を辿っています。これらに伴い、年々、必要とされる水・そして下水は多くなっていくことでしょう。これまで以上の需要が見込まれています。

「観光客数と人口の伸び」



沖縄県内で使われる水は家庭で使われる量が一番多く、その次に農業や工業の順になっています。グラフからも分かるように、特に多いのが洗濯で、つぎにお風呂やシャワー、3番目に料理や炊事となっています。

### 「家庭で使われる水の割合」



私たちが、まず起こすことができるアクションは日ごろの生活における「節水」なのです。

私はこの作文の作成を通し、さまざまな文献を通して「安全な水」の確保、維持、供給にこれまで多くの人々が関わっている、また、先人の苦勞などを知りました。これまで、なんとも思わず、「水＝蛇口をひねったら出てくる」という認識にすぎなかった私ですが、「水＝貴重なもの、大事に使わなくちゃ」という気持ちが心の底から湧いてきました。

まずは、日常生活において、「節水」を心がけようと思います。

#### 参考文献

沖縄県県庁ホームページ

沖縄県企業局ホームページ

企業局概要「沖縄の水」

## 沖縄における渇水と対策

琉球大学工学部環境建設工学科 4年  
藤本 和也

現在、私が住んでいる沖縄県は日本列島の最西端に位置し、沖縄本島と多くの離島で構成されている。日本本土と異なる自然で形成されていて、生息している生物もまた特用なものが多い。沖縄本島北部には「やんばる」と呼ばれる森林が広がっており、ヤンバルクイナに代表される天然記念物など貴重な生物が生息している。また沖縄のサンゴ礁で形成された美しい海には熱帯魚などが生息している。特に慶良間諸島の海は世界でも有数透明度を誇り、ダイビングやホエールウォッチングのポイントとして人気が高い。このように沖縄は多くの自然に恵まれた魅力的な島である。

しかし、そんな沖縄にも水に関して悩みのタネがある。それは渇水に関する問題である。渇水については沖縄に住んでいる人でなければ知らない人のほうが多いだろう。実際、私も沖縄に住んでみるまではまったく知らなかった。しかし、給水制限の一手前までいったことがあり、そのとき初めて沖縄が水不足だということに気がかされた。沖縄県総合事務局によると平成元年には26日間、3年に64日間、平成5年に31日間と、平成に入っただけでも121日間の給水制限が行われている。昭和47年から数えるとなんと延べ1130日もの間給水制限が行われている。私は沖縄にくるまでそのほとんどを福岡で過ごしたが、一度だけ断水が何日かあった程度である。それと比較すると沖縄の水事情は大変深刻である。

ではあまり雨が降らないために水不足をまねいているのか。実は、沖縄の年平均降水量は約2139ミリメートルで、全国平均1714ミリメートルを上回っており、全国でも比較的雨量の多い地域である。しかし、それでも渇水に悩まされるのにはいくつかの理由がある。

最近の沖縄人気の高まりから本土から移住する人の増加もあって沖縄本島の人口密度は全国平均の約3倍となっている。降水量が多いとはいっても一人あたりにすると、本土にくらべ半分以下となってしまう。このことは本土復帰以来、人口の増加、経済の発展、観光客の増加等によって水の需要と供給のバランスをとるのが難しいということに関係している。今後、沖縄の発展に比例して水需要はますます増加していくだろう。

そして、最も大きな原因として河川からの取水が不安定ということがあげられる。沖縄の河川は本土の河川と比べ長さが短く、勾配が急なため水の流れも急である。そのため、雨が降ってもすぐに海に流れ出てしまう。さらに流域面積が小さいので平常時でも河川の流量は少なく、日照りによる影響を受けやすくなっている。沖縄は供給量の約3割を河川水が占めているため河川取水量が減少すると供給が追いつかないため、需要と供給のバランスがくずれてしまう。さらに5、6月の梅雨期と8、9月の台風期に降雨が年間降水量の約半分をしめているため、季節によっての変動が大きく、不安定な供給状況となっている。これらが沖縄の水不足をまねく原因と考えられる。

沖縄は昔から水不足に苦しんできた土地である。昔から沖縄の人々はどのようにして水を確保するかを考え、工夫をしてきた。古来から沖縄にあるものでは、自然の雨水をためておく雨水かめや井泉などがその代表的な例である。それらは今でも使用されているものもあり、金武町にある金武大川などは現在でも水を利用することができる。実際に行ってみたが飲むこともでき、地元の人などに利用されていた。

現在、それらの役割を担っているおもなものがダムであり、私たちの生活用水のほとんどはダムの水に依存している。沖縄には国管理の7つのダムと、県管理のダム、県企業局管理の2つの計10個のダムがある。さらに、これからの水需要の増加を考え現在3つのダムも建設中である。そのほとんどは北部に集中しているが、これは平野部の中南部ではなく山の多い北部に建設されたためである。

平成15年度のダムからの取水量は全体の約6割を占めていて、ダムからの給水は私たちの生活を支えているということがわかる。さらに限りある水資源を有効に利用するために国が管理する7つのダムのうち、福地、新川、安波、福川、辺野喜の北部の5つのダムでは統合運用という形をとっている。これは地理的条件から大規模なダムを建設することが困難なため、トンネルで5つのダムをつなぎひとつの大きなダムとして管理することにより、それぞれ別々に管理するよりも効率よく水を貯蓄することができる。これらの水は北部だけでなく、人口と産業が集中する中南部まで供給される。

また、沖縄のダム事業において注目されているのが地下ダムである。河川の流れをせき止める通常のダムとは

違って、地中に地下水の流れをせき止める壁をつくって地下水を貯留するものを地下ダムという。地下ダムにより地下水の水位を上げ、さらに海水の浸入を防ぎ地下水と混ざること防止する効果がある。また地下ダムは通常のダムとは比べていくつかの利点があげられる。

安全性に関してだが、地下ダムでは地下の地層の中に壁をつくるので地層がしっかりしていれば壊れることはない。もし仮にひび割れなどが生じても地表に水が溢れ出すなどの影響はない。つまり、通常のダムのように決壊によって家が流されるなどの被害がないということである。

沖縄だからこそ地下ダムが注目されている理由もある。それは沖縄に広く分布する琉球石灰岩の存在である。もし集中して雨が降ったとしても琉球石灰岩の影響で多くは流れだしてしまうこともあり、貯水にはむしろ向いてないように思われる。しかし、琉球石灰岩の透水性が高く大きな空壁があり、岩盤として強度が高いという特徴は地下ダムをつくるのに適しているのである。透水性の大きな空壁はダムとしての機能を果たすために必要な条件であるし、岩盤の強度が高いということは地下ダムの不安要素である地滑りや地盤沈下を防ぐということにもなる。つまり沖縄は地下ダムをつくるのに非常に適しているのである。

しかし、地下ダム建設において問題となるのが地下水の汚染である。地下ダムでは地上に建設される一般のダムと違い地下につくられるので、地表部を利用できるというメリットがある。その反面、地表部の利用の仕方によっては汚染物質が地下に流れ込んでしまい地下水が汚染してしまう危険性もある。つまり、地表部での汚染物質の処理は徹底しなければならない。

現在、沖縄県での水質汚染の原因として畜産排泄物があげられる。平成11年に施行された畜産排泄物法によってある程度管理に対する基準ができたものの沖縄の畜産業者は小規模なものが多く、法律の対象外となっていることも少なくない。排泄物は肥料にするというのが基本的な考え方だが、排泄物のすべてが肥料として利用されているわけではなく、垂れ流し状態になっていることもあるようである。これらの現状をふまえてもっと厳密な管理の基準を設けて処理を義務づけるべきである。それができれば地下ダムは渇水に苦しむ沖縄にとってプラスになることは間違いない。

また海水淡水化も渇水の対策としてあげられる。海水淡水化は海水を使用するため季節や気象条件に左右されることなく水を確保することができるというメリットがある。すでに北谷町に海水淡水化センターが建設され、一日に最大で海水10万トンから4万トンの水が生産されている。

淡水化の方法としてエネルギー効率に優れた逆浸透法が採用されている。逆浸透法とは海水に圧力をかけ半透膜という膜を通して、海水から淡水をこしだす方法である。また淡水化した水の味はあまりおいしいとはいえないように調整をおこなう等の処理が必要である。北谷町の淡水化センターでは北谷浄水場の水とブレンドすることによって調整した後に給水している。

平成15年度の海水淡水化による供給量は全体の約3パーセント程度でダムなどの主要な水源と比較すると微々たるものであり、雨水による水資源の補助的な役割といえる。海水を淡水化できるなら水不足の心配もなさそうなものだが、コストが高いためそう簡単にいきそうにない。造水コストは水道水で1トンあたり97円に対して、海水の淡水化では170円と約1.7倍になる。最大の4万トンを淡水化した場合は、一日に292万円となり、年間でなんと約11億円の差になってしまう。水不足があまり深刻ではない県外の地域に海水淡水化施設はほとんどないが、コストを考えるとそれも納得できる。

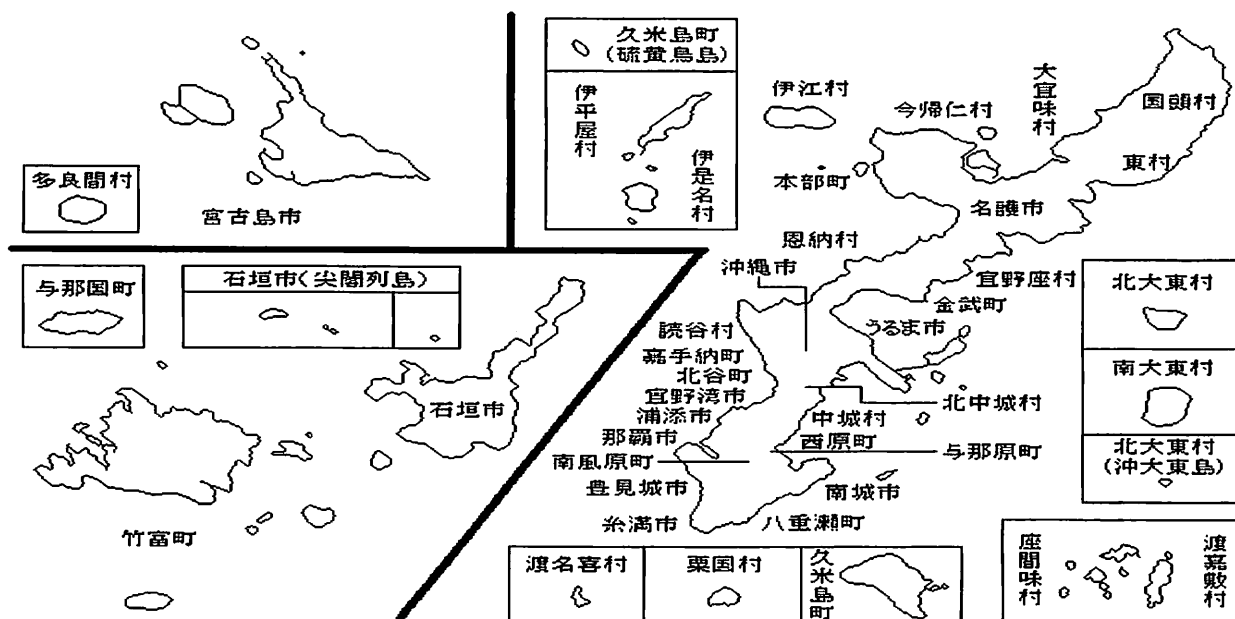
しかし、沖縄では水の需要はますます増え続けると予想され、ただでさえ渇水になりがちであるということ考えると新たな水の供給源の確保が必要である。このことから海水を生活用水に使えるという海水淡水化の技術は沖縄に住む人にとってますます重要になってくるだろう。これから造水コストが下がって、施設のインフラ整備が進みさらに大量の水をつくれるようになれば水不足の切り札となりえる技術である。

このように地下ダムや海水の淡水化などさらなる水源の確保は可能であると思う。しかし、まず私たちができる渇水の対策として節水を心がけるようにしたい。いくら新たな技術により水源を確保したとしても水を垂れ流すようにムダに使ってはいきりがない。つぎからつぎに水を確保しなければならないからだ。また新たな水源を確保するために施設をつくるには環境になんらかの影響があるということも忘れてはならない。様々な面から沖縄にとって環境破壊は大きな損害である。渇水だけでなく環境のためにも新たな水源を確保のする前に私たちができることはやらなければならない。忘れてはならないのは、私たちにとって重要なのはどんどん新しい水源を生み出すことではなく、限りある水源を大切に使うということである。

## 1. 沖縄県の概要

まず、沖縄県の位置について、沖縄県は九州から台湾に連なる南西諸島の南半分、およそ北緯 24 度から 28 度、統計 122 度から 131 度に位置しており、南北約 400km、南西約 1,000km の広大な地域に散在する琉球諸島の島々から成っています。そのうち琉球諸島の、有人島は 49 です。県土の総面積は、2,273.41 km<sup>2</sup>で、国土総面積(377,899 km<sup>2</sup>)を約 0.6%となっており、香川県、大阪府、東京都の次に全国で 4 番目に小さいです。そして、気候は亜熱帯海洋性気候にあり、年平均気温は 22.7 度と 1 年を通じて温暖で、サンゴ礁の発達した海、イリオモテヤマネコやノグチゲラ等貴重な野生生物が生息・生育するなど、優れた自然環境に恵まれています。年平均、降水量は、約 2,037 mm で全国平均(1,618 mm)を約 26%上回っており、全国でも比較的雨量の多い地域です。沖縄県の人口は、復帰当時の 1972 年(昭和 47 年)に約 96 万人、その後編年増加し、2006(平成 18 年 6 月 1 日現在)約 136 万 5 千人となっています。そのうち約 90%近くが沖縄本島に移住し、特に、県群那覇市を中心とした本島中南部に人口が集中しています。

### 地図



## 2. 沖縄県の水問題

沖縄県の水問題は大きく分けて 1. 水不足、2. 水質汚染があげられます。まず、水不足について、沖縄県では本土復帰以降、平成 11 年までの 28 年間のうち給水制限のなかった年度は、約半分の 14 年です。特に昭和 56 年～57 年の渇水時には、326 日間にわたる制限給水を実施しました。また、平成 3 年に空梅雨と長期干ばつにより 6 月～9 月にかけて 24 時間断水を含む 64 日間にわたる制限給水を実施してきました。このように沖縄県では長年に渡り、水不足の状態が続いてきていました。

そして近年、人口の増加、経済の発展、観光客の増加等に伴って水需要が年々増加しています。昭和 47 年に 1 日当たり約 20 万 m<sup>3</sup>であったのが、平成 11 年には約 42 万 m<sup>3</sup>となり、28 年間で約 2 倍に増大しています。このように沖縄県の水の需要は増加傾向にあり、さらに今後は観光を沖縄県の主要産業として発展させていく計画がある中で、水需要は一層増加していくことでしょう。

このような、増え続ける水需要に対処するため、国や沖縄県はダム群の新規開発や西系列河川からの取水、海水淡水

<sup>1</sup> 沖縄地図の出典：『沖縄県立図書館提供』 <http://www.library.pref.okinawa.jp/okilib/svoko/sozai/chizu/index.html>

化施設と海からの取水といった水の供給の確保を行っています。

次に水質汚染について、沖縄県ではゴルフ場開設に伴う簡易水道源の枯渇や汚染問題などが言われています。その他にも、沖縄県では畑等からの赤土や農薬の川や海への流出による水質汚染の問題があります。

沖縄県の上水道、簡易水道及び専用水道の現況について、まず沖縄県の上水道は事業数 30、人口 1,000 人当たりの計画給水は 1,418、現在給水は 1,290、管路延長(導水管、配水管及び配水管延長の計)は 6,486 km、年間取水量(100 万  $\text{m}^3$ )は 181(そのうち地表水 12、地下水 7.8、その他 161)、年間浄水料(100 万  $\text{m}^3$ )30、年間有効推量(100 万  $\text{m}^3$ )170、1 日当たり施設能力(1,000  $\text{m}^3/\text{日}$ )670、簡易水道の事業数 36、人口 1,000 人当たりの計画給水は 62、現在給水 47、専用水道事業数 7 であり、水道普及率は 99.9%です。

次に沖縄県の水源と水の供給施設について書きたいと思います。沖縄県の水源は、1. ダム、2. 河川水、3. 海水(海水淡水化)、4. 地下水の 4 種類であり、ダムや海水淡水化施設、浄水場、工業用水道施設、海底送水管、導水路トンネルなどを建設し、水の供給をしています。沖縄県では平成 16 年度までに、国管理多目的ダム 7 つ(福地・新川・安波・辺野喜・普久川・漢那・羽地ダム)、県管理多目的ダム 3 つ(倉敷・座間味・我喜屋ダム)、及び企業局管理ダム 2 つ(山城・金武ダム)の建設と海水淡水化施設等の整備を行っています。

ダムについて、沖縄県企業局のホームページでは「今日のダムの貯水率」という情報が公開されており、貯水率は国管理ダム 7 つ、県管理ダム(倉敷ダム)、企業局管理ダム(金武・山城ダム)は合計の貯水率が 96.8%で、うち国管理ダムの貯水率が 97.1%、貯水量は 80,268.0 千  $\text{m}^3$ 、満水量は 82,700.0 千  $\text{m}^3$ で、企業局管理ダム貯水率は 98.2%、貯水量が 1,816.2 千  $\text{m}^3$ 、満水量が 1,850.2 千  $\text{m}^3$ 、県管理ダムの貯水率が 92.9%、貯水量が 5,483.0 千  $\text{m}^3$ 、満水量が 5,900.0 千  $\text{m}^3$ (2006 年 7 月 16 日午前 0 時現在)となっている。また、2006 年 7 月 15 日の需要量は 446.7 千  $\text{m}^3/\text{日}$ で、水源の内訳は企業局の水源(ダム水、河川水、地下水、海淡水)は国ダム 66.0%、河川水 16.6%、県ダム 9.4%、地下水 5.2%、局ダム 1.6%、海淡水 1.2%となっています。

ダムの貯水量は天候や季節によって毎月、毎年その量は変わる。このような貯水量や降雨量の変動の中、水を安定供給するためにダムは必要なのです。

海水淡水化施設について、海水淡水化施設は水資源の乏しい離島等における生活用水の水源として用いられています。日本で既に普及・実用化されている海水淡水化方式として、蒸発法、逆浸透法、電気透析法がありますが、沖縄県においてはエネルギー消費量が他の方式に比べて少ない逆浸透法が採用されています。この沖縄県の海水淡水化施設では、造水能力 4 万/日という大規模な海水淡水化プラントが供用されています。現在、日本において、工業用水の水源としても、省エネルギーの観点から逆浸透法プラントが主流となりつつあります。

この沖縄県の海水淡水化施設の概要について、場所は沖縄県北谷町宮城、敷地面積 約 12,000  $\text{m}^2$ 、建築面積は 約 9,000  $\text{m}^2$  (延床面積は約 17,600  $\text{m}^2$ )、建家は RC 及び PC 造り(地下 1 階、地上 4 階)、施設規模(生産水量)は 40,000  $\text{m}^3/\text{日}$ 、淡水化方式は逆浸透法(RO法)、回収率は約 40%、膜の種類はスパイラル型芳香族ポリアミド複合膜(逆浸透膜)、取水方式は海底取水方式、放流方式は水中拡散放流方式、総事業費は約 347 億円(国庫補助率 85%)、主な給水区域は北谷浄水場の陸水系とブレンドした後給水(北谷町、沖縄市、北中城村、中城村、宜野湾市、浦添市、那覇市)となっています。

この海水淡水化技術のメリットについて、(1)蔵にある海水から季節や気象条件に左右されることなく水の確保が出来る、(2)施設建設は、プラント設備が主体となるため、ダムの建設に比べて工期が短くてすむ、(3)プラントがコンパクトなため施設面積が小さくてすむ、(4)消費地の近くで設置できるため、導送水施設の距離が短くてすむ、といったことがあります。

次に海水淡水化施設の海域への影響について、本県の海水淡水化施設は、逆浸透法により 4 万  $\text{m}^3/\text{日}$ の淡水を生産しますが、それに必要な海水量は約 10 万  $\text{m}^3/\text{日}$ で、そのうち約 6 万  $\text{m}^3/\text{日}$ は海へ排出されます。その海水には約 3.5%の塩分が含まれていますが、排出される海水の塩分濃度は約 5.8%になります。この排出される海水の排出方式は、水中拡散放流で、放流塔の放水ノズルより拡散効果を高めて水中放流するため、5.8%の塩分濃度は放水口先端より 8mの地点で 3.6%となり、さらに 12mの地点では 3.54%となってほぼ普通の海水になることがシュミレーションの結果判明しています。さらに、当海域では黒潮海流が沿岸にほぼ平行に流れており、放流海水による海生物への影響はほとんどないものと思われています。

この濃縮海水の放流「放流塔」の海水淡水化施設の造水コスト(海淡水施設の増水コスト)は、総事業費 347 億円、施設規模 4 万  $\text{m}^3/\text{日}$ 、稼働率 90%、回収率 40%、算定期間 20 年、国庫補助率 85%として試算すると、1  $\text{m}^3$ 当たり約 170 円になるものと見込まれています。

海水淡水化施設で生産された水は、pHが低いいため低いため苛性ソーダを注入し、pH調整を行っています。また、硬度も低いため通常はカルシウム等硬度成分の添加を行う後処理が必要になります。しかし、当海淡施設の場合、隣接している北谷浄水場の陸水系の処理水が硬水となっており、この浄水場の処理水とブレンドすることにより、適切な硬度及びアルカリ度をもったおいしい水になり、特別な後処理は必要ないと考えられています。

海水淡水化施設は沖縄本島の北谷町以外に離島では粟国村、渡名喜村、南大東村、北大東村、竹富町波照間島にあります。

次に水質汚染（地下水の生活排水・事業場排水・畑の化学肥料の溶脱について、水質汚染の事例では、糸満市でゴルフ場開設に伴う簡易水道源の枯渇や汚染問題、嘉手納町における鉱油による井戸水汚染(1967年)、具志頭におけるPCP不法投棄による地下水汚染(1972年)、防蟻剤による環境汚染と地下水汚染(復帰後)、宮古島の地下水の硝酸性Nの現況と水質保全対策等があります。

沖縄県の水不足は上水道の整備に伴う水道の普及と観光客の増加に伴い、今後も水不足に関する問題は当分、続くでしょう。今まで、増加する水の需要に対して、水の安定供給を図るためにはダムを造ることも必要でありました。しかし、水資源を確保するためには森林などの保護等、水源地の確保も重要です。また、進んでいる地下水の汚染に関して、排水対策として生活、事業場排水の適切な処理体制の確立と、農業対策として窒素の溶脱を最小限にとどめる施肥体系（農法）への改善が求められています。このような対策をしていかなくは、今後の水不足の解消と水質の改善または保持は極めて厳しい状況に陥ることでしょう。



参考文献・資料等

- ・平成17年3月 沖縄県『おきなわのすがた』（県勢概要）
- ・沖縄地図の出典：『沖縄県立図書館提供』 <http://www.library.pref.okinawa.jp/okilib/syoko/sozai/chizu/index.html>
- ・島嶼水資源宮古島シンポジウム 第2回沖縄－ハワイ水資源シンポジウム 平成3年12月11日～13日
- ・沖縄県企業局ホームページ <http://www.eb.pref.okinawa.jp/>（2006年7月17日アクセス）
- ・総務省統計局ホームページ 『第五十五回 日本統計年鑑 平成18年』（2006年7月18日アクセス）