

気候変動を考慮した 渇水リスク評価とそのマネジメント

琉球大学 神谷大介

はじめに

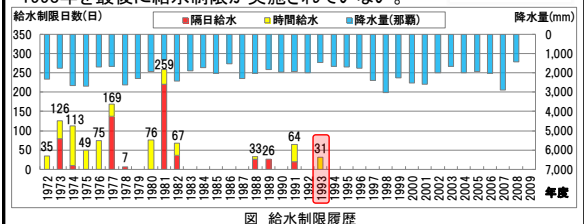
本研究の対象

伊江村を含む沖縄本島全域

本研究の背景

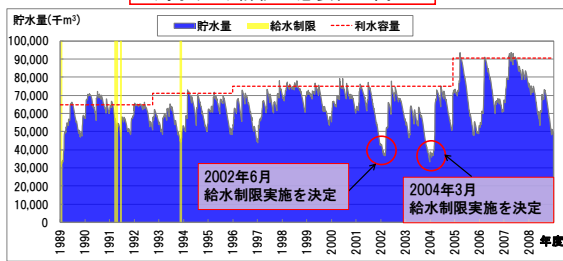
沖縄本島では1972年の本土復帰後、水源開発が行われてきた。

1993年を最後に給水制限が実施されていない。

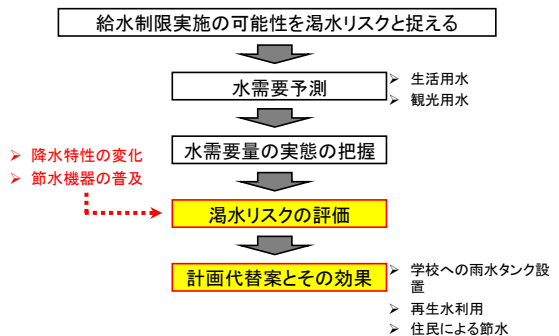


- 1994年以降に給水制限実施を決定した経緯がある。
- 島嶼地域は他地域からの水融通を行うことが困難。
- 観光地域は一般的に水需要が多い。

渇水リスク評価の必要性が高い



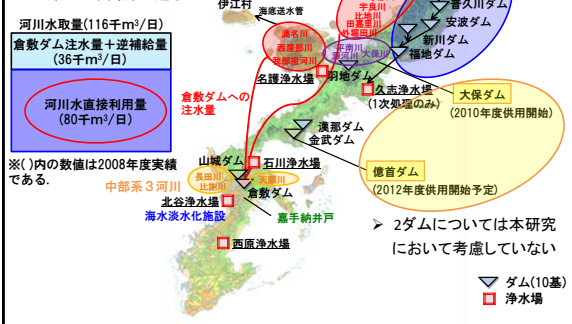
研究フロー



沖縄本島における水供給システム

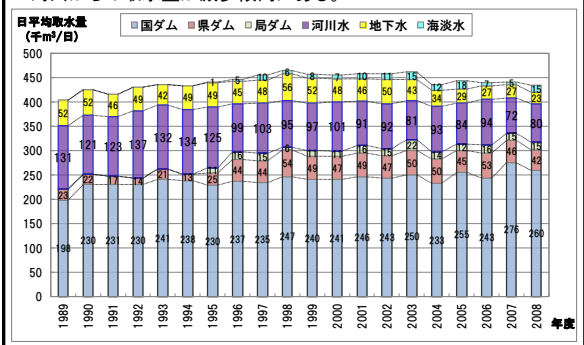
水源と水道施設

- 本島北部を中心とした水源開発
- 北部から中南部に送水

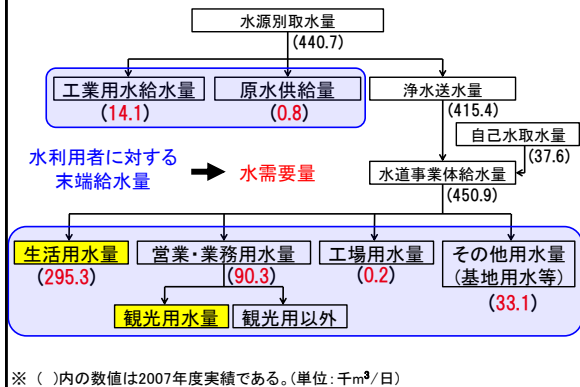


水源別取水量

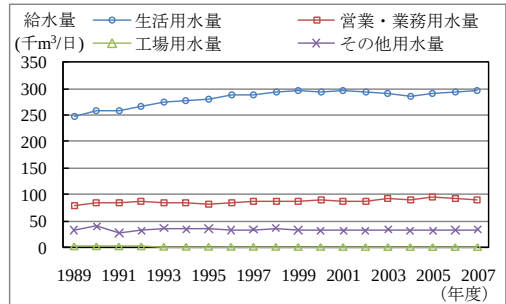
- ダムからの取水量が増加傾向にある。(2008年度: 約73%)
- 河川からの取水量が減少傾向にある。



用途別水需要予測



用途別水使用実績



生活用水の需要予測の考え方

1. 平均世帯人数(人/世帯)
2. 核家族の割合(%)
3. 独居世帯割合(%)
4. 年少人口構成比(%)
5. 生産年齢人口構成比(%)
6. 老年人口構成比(%)
7. 食器洗浄機普及率(%)
8. 水洗化率(%)
9. 水道料金(円/10t)
10. 人口密度(人/ km^2)
11. 一人あたり自動車保有台数(台/人)
12. 1世帯あたり自動車保有台数(台/世帯)
13. 第1次産業構成比(%)
14. 第2次産業構成比(%)
15. 第3次産業構成比(%)

注: 7. は全国のデータで代用 2008年全国14% 石垣市12%

◆これら15変数と水使用量の実績値(2000年・2005年)を用いて重回帰分析

◆少子高齢化指標: 少子高齢化を表現

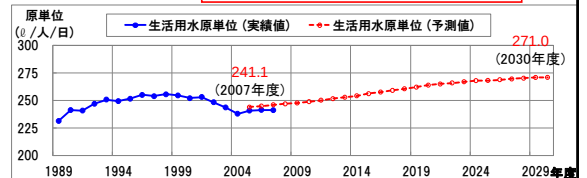
◆(年少人口+2生産人口+3高齢人口)÷総人口

◆2000年 1.93 2005年 1.97

生活用水の需要予測

生活用水原単位(ℓ /人/日)

➤ 重回帰分析 予測式: $y = -1.94x_1 - 0.03x_2 + 255.35x_3 - 45.97x_4$



➤ 検定結果 重相関係数 R^2 : 0.99

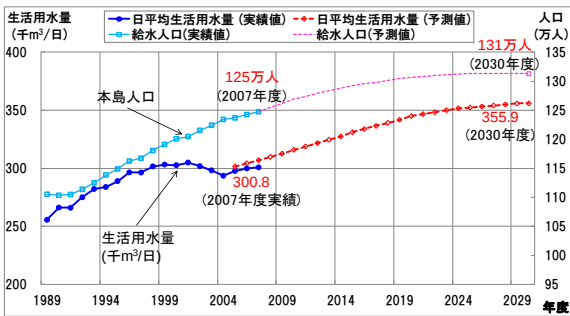
説明変数	t値	P値
独居世帯の割合(%): x_1	-1.86	0.07
水道料金(円/10 m^3): x_2	-2.41	0.02
少子高齢化指標: x_3	4.33	0.00
独居世帯を除く平均世帯人員(人/世帯): x_4	-1.84	0.07

生活用水需要量

➤ 少子高齢化の進展

➤ 平均世帯人員の減少 ➡ 生活用水需要量の増加

➤ 人口の増加



観光用水の需要予測

1人1泊当たり平均使用水量(ℓ /人・泊)

➤ 離島を含めた主要宿泊施設におけるデータを用いる。

宿泊施設規模	1人1泊当たり平均使用水量(ℓ /人・泊)	95%信頼区間(ℓ /人・泊)	サンプル数(施設・年)
大規模 300人以上	744	696~792	148
中規模 100~299人	551	507~596	109
小規模 100人未満	253	235~271	178

➤ 1人1泊当たり使用水量(原単位)の平均値に、延べ宿泊客数を乗じることにより観光用水需要量を算出。

予測式: $Y = 744X_b + 551X_m + 253X_s$

Y : 観光用水需要量

X_b : 大規模宿泊施設における延べ宿泊客数

X_m : 中規模宿泊施設

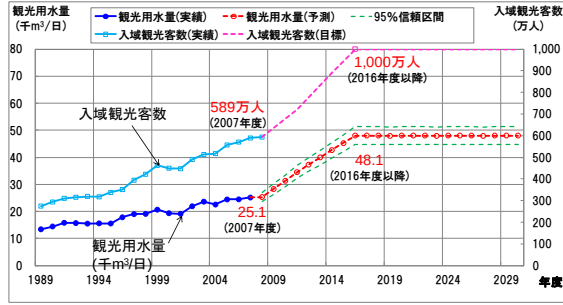
X_s : 小規模宿泊施設

観光用水需要量

▶ 将来入域観光客数

政策目標値:2016年度に1000万人、途中年度は線形補間

2016年度以降の観光用水需要量は、2007年度に対して**ほぼ倍増**。



1994年(給水制限実施)以降の主な貯水量低下時

①1996年度(渇水基準年度:10年に1回の渇水頻度)

②2002年6月(給水制限実施を決定)

③2004年3月(給水制限実施を決定)

→最もダム貯水量の低下が顕著

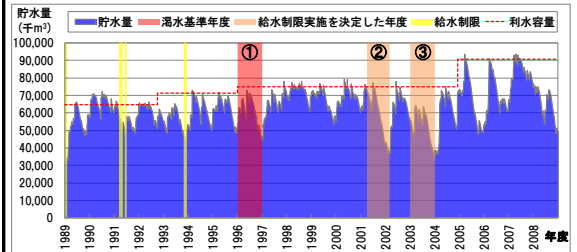
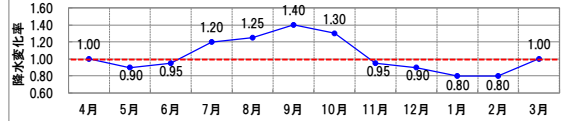


図 沖縄本島におけるダム貯水量の推移

降水特性の変化を考慮したシナリオ分析

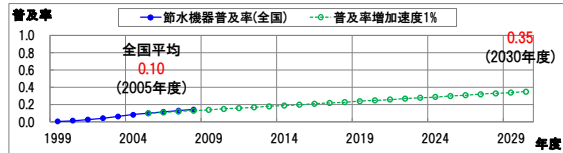
▶ 気象庁の地域気候モデル(RCM20-A2)を用いた予測結果を用いる。

→ 年間降水量の増加、降水月変動の増大



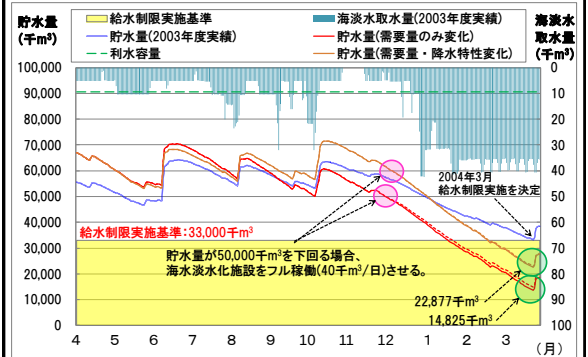
節水機器の普及を考慮したシナリオ分析

▶ 生活用水原単位の減少【2030年度:271.0→260.5(l/人/日)】



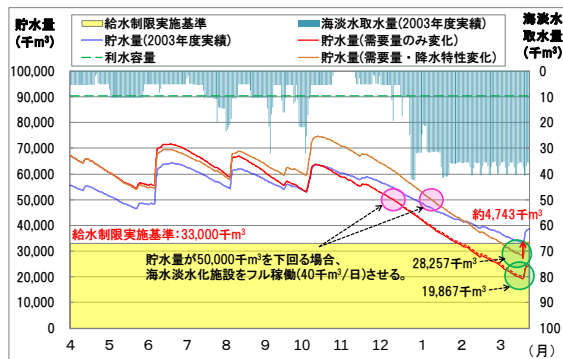
2004年3月を想定した分析結果

▶ 給水制限実施基準を大幅に下回る。



2004年3月を想定した分析結果 (普及率増加速度1%)

▶ 給水制限実施基準を下回る。



給水制限回避のための計画代替案とその効果(1)

雨水タンクの設置・再生水利用

▶ 雨水タンクの設置→本島内の小中高の学校354校

1校あたり100m²の集水面積(屋根面積)と仮定

▶ 再生水利用→再生水利用下水道事業における計画需要量

雨水タンク設置 (1)	再生水利用 (2)	軽減できる水量 (1)+(2)	給水制限を回避するため に必要な節水量※
58.1	499.7	557.8	4743

※ 降水特性の変化・節水機器の普及を考慮した場合

(単位: 千m³/年)

▶ 雨水タンクの設置・再生水利用だけでは対応不可能

節水機器の普及のみで対応

▶ 2030年度における節水機器普及率が**68%以上**で対応可能

→しかし、実際にそれを達成するのは困難

給水制限回避のための計画代替案とその効果(2)

節水による対応

- 節水機器の普及→ 2030年度における節水機器普及率が**35%**
- 節水による対応 →その不足分を生活用水の節水で対応

節水効果	
生活用水需要量(ℓ/人/日)	260.5
節水量(ℓ/人/日)	8.8
節水(%)	3.4

給水制限回避のために必要な節水量(年間)
1人1日当たり (単位：千㎥/年)

※ 日常節水するものと仮定

- 生活用水需要量**260.5** (ℓ/人/日)に対し、**8.8** (ℓ/人/日)の節水で対応可能

沖縄本島では生活用水の占める割合が高く、住民による節水が最も効果が高い。

おわりに

結論

- 節水機器の普及や再生水利用、学校への雨水タンク設置のみでは給水制限を回避できず、**節水による効果が高い**。
- 12～2月の降水量が減少することを踏まえると、**10月下旬で90%以上の貯水率が必要**である。
- 給水制限を回避するため海淡水造水量の増加により、エネルギー消費量が増加する懸念がある。

今後の展開

- 河川水取水量と農業用水の考慮。
- 住民参加型リスクマネジメント。
- 観光・渇水・環境の関係。
- 大保ダム及び億首ダムを考慮し、渇水リスクの評価を行う必要がある。