

# 普天間飛行場基地跡地計画における緑地計画に関する提案型研究その3

## - 湧水群の日流量変化を説明する推計式の作成と地下構造の推定によるType別緑地配置の提案 -

琉球大学大学院理工学研究科環境建設工学専攻 小野研究室 榎野川 優也

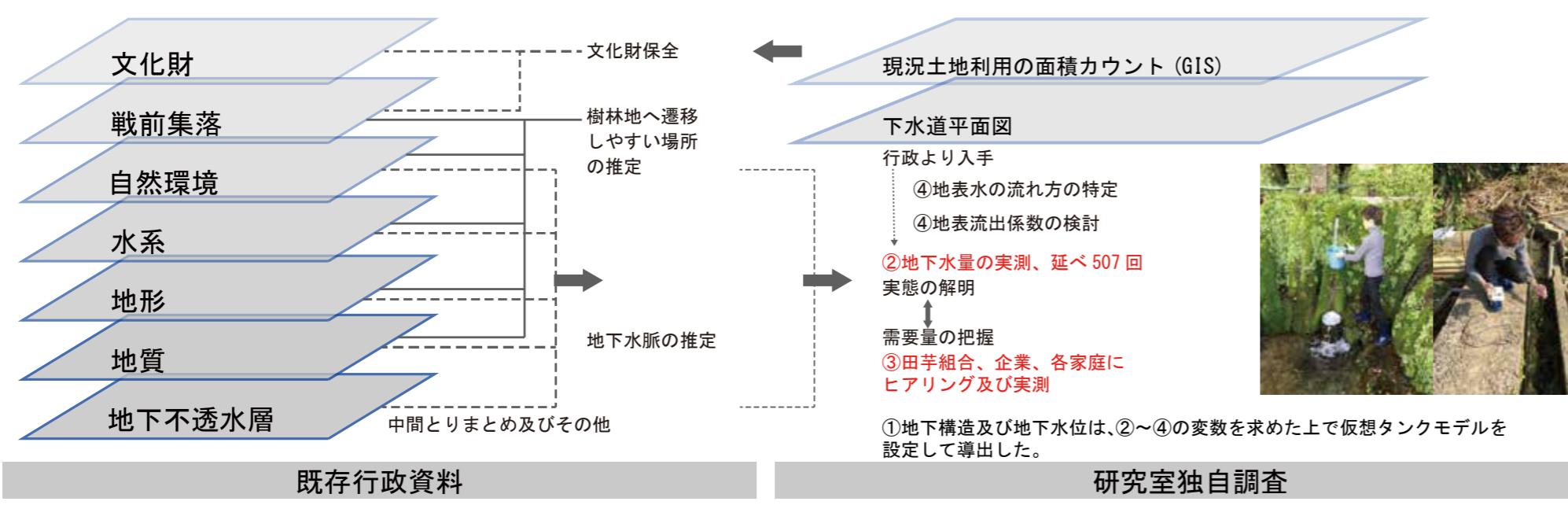
### 1. 研究の背景と目的

沖縄県中南部に位置する宜野湾市の普天間飛行場は、平成8年に日米特別行動委員会(SACO)において全面返還が合意された。

返還合意を受け、平成25年3月に「全体計画の中間とりまとめ」が策定された。

しかし、基地内への立入調査ができないため、タンクモデル等主流となる地下水調査の方法を用いることができない。そのため、地下水収支については年・日別流量及び地下水需要量について不明確な点があった。

本研究では、地下水の降水に応答する流量の変動及び流出特性を把握するため1年半の湧水量実測調査(延べ507回)と気象データのアメダスデータにより、  
 ①各湧水の日流量変化を説明する推計式を作成すること  
 ②当該地域に存在する湧水の水収支と推計式の各項の寄与率などにより、宜野湾の湧水群の変動や特性を把握し、地下構造を推定すること  
 ③地下水の流出特性とType別地下構造の特性を踏まえた緑地配置の検討を行うことを目的とした。



### 2. H27年度研究の成果とH28年度研究の目的、方法

#### H27年度研究の成果とH28年度研究の目的

H27年度調査では、実測データを元に平均と分散によって年間湧水量の区間推計を行い、これと表面流出係数の対応妥当性を検証した。しかし、平均と分散では日変動が追えないため、H28年度は、507回の実測データを用いて湧水地点7地点の日降水量に応答した推定式の作成と日別流域水収支モデルの作成を行った。

本研究は、3段階で遂行した。

#### 第1段階

流量は長期降水量累計と短期降水量累計で説明ができると仮説を設定し、推定式を作成。推定式の各項の寄与率により、地下水流出特性の分類。

各湧水の流出特性と縦断地下断面より地下構造の推定。

#### 第2段階

湧水の日流量変化を捉え、降雨に応答する流域別水収支の流動モデルを算出。

#### 第3段階

地下水流出特性を踏まえ、土地利用において地下水保全のための緑地配置の検討を行う。

### 3. 各湧水群の日流量変化を説明する推定式の導出

タンクモデル等主流となる地下水調査方法を用いることができない中で仮説を設定した。降水量累計の長期・短期累計値を説明変数とし各湧水の日流量変化を説明する推定式を作成し、各項の寄与率により流出特性及び地下構造を推定する。

推定式作成プロセス	
実測値流量	短期・長期降水量累計
短期・長期変数多重共線性	NO
NO	定数項がマイナス
YES	定数項を実測の最小値
いずれかを除外	Type I: 定数項寄与が大きい湧水口
Type II: 短期降水量累計寄与が大きい湧水口	Type III: 短期降水量累計寄与が大きい湧水口
補正R2を確認	Type I: 定数項寄与が大きい湧水口
推定式	Type II: 短期降水量累計寄与が大きい湧水口
各項の寄与率を示した三角図	Type III: 短期降水量累計寄与が大きい湧水口

### 4. 湧水の流出特性とType別地下構造の特性を踏まえた緑地配置の検討

3章より、日流量変化を説明する推定式が得られたことから、日降水量に対して、地表流出量、地下浸透量、湧水量の関係を捉えることができ、地下水貯留量変化が求められ、流域別の水収支の流動モデルが算出された。

C流域は、流量が安定的であり、また地下水貯留量が多いことから長期的に安定する水源としての積極的な保全検討が求められる。

D流域は、河川に近い変動で、流量が不安定かつ地表水の混入が多いことから水質が安定せず、地下水貯留量も相対的に少ないことから、水源として長期的に見えた場合の優位性が低い。

地下水流出特性及び地下構造を踏まえ、土地利用において地下水保全のための緑地の適切な配置。

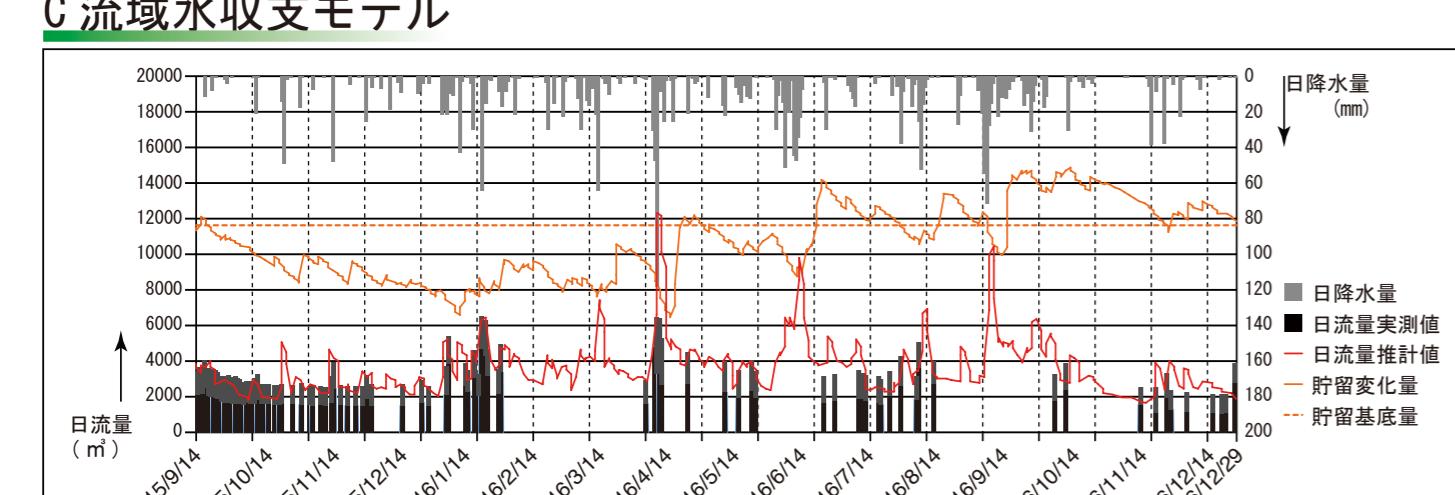
#### 水盆内緑地配置 (Type I)

複数の湧水口が流域内で大きな水盆を共有している場合は、水盆内で緑地配置の移動が可能で緑地の量への配慮が求められる。

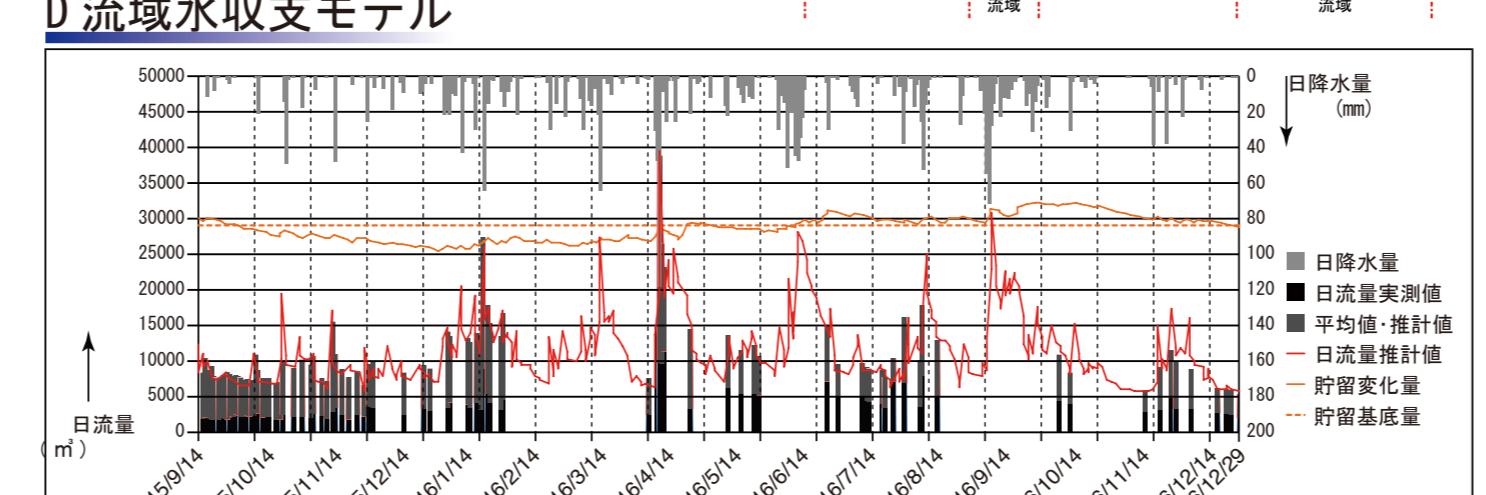
#### 水脈上緑地配置 (Type II)

琉球石灰岩の帶水層に溜まった地下水が、断層面に沿って形成されていると推測される地下水脈を通って湧出している。地下水脈上に線状緑地の配置が必要。

#### C流域水収支モデル



#### D流域水収支モデル



### 5. 総括

本研究の成果は、以下の①~④です。

- 立ち入りができず、地下構造が解明できないという課題を抱えている普天間飛行場に対して、昨年度より主な湧水地点7地点において流量実測調査を実施し、現在ほぼ唯一の実測データ(延べ507回)を用いて解析が可能となった。昨年度は、年間単位での水収支についてモデルを作成し、湧水量の実測値と理論値の関係から土地利用用途別表面流出係数を特定し、開発パターン別に影響を示しながら地下水流域別緑地配置の提案を行った。本研究においては、実測データを用いて推定式を作成できたにより、降雨に応答する日別湧水量の変動を捉えることが可能となったことで地下水の流出特性及び地下構造の推定、更に日別の流域別水収支モデルを作成できたことが本研究の大きな成果である。
- 地下水の流域別流動モデルよりC流域及びD流域を比較すると、D流域では降雨直後に流量の変動幅が大きいことから水源として不安定である。C流域では、流量が安定しており、地下水貯留量も相対的に高いことから水源として安定しており、保全が求められる。
- E流域は、断層にそって生じた弱帶内にある空隙を地下水が流動していくような地下水脈が形成されている可能性があり、地下水脈上のリニアな水源涵養が必要。
- アクションリサーチの成果として、全ての調査段階を経ることにより、普天間飛行場跡地利用計画の中で地下水涵養としての必要な配慮事項が明確になり、特に、地下水利用270万m³に対し年間湧水量が640万m³であり、地下水貯留量は流域全体で947万m³であることが明らかとなった。しかし開発後1/4~1/3に減少することからそれぞれ160~213万m³(年間湧水量)、237~316万m³(地下水貯留量)まで減少するという事実を解明し、その危機感をH28年度有識者懇談会の場で還元し共有できたことが成果である。

### 普天間飛行場基地跡地計画における緑地計画に関する提案型研究その1

昨年度は、年間湧水量の区間推計及び地下水需要量調査より流域別の緑地配置の必要性について提案。

年間湧水量の実測値の区間推計と表面流出係数を用いた湧水量の妥当性の検証

実測値については、実測データを用い、母湧水量の区間推計を行った。

理論値については、以下の水收支式を用いて算出した。

水收支式は、一般に次式で表される。

$P = E + D + G$

(P: 降水量、E: 蒸発散量、D: 地表流出量及び湧水量)

地表流出量算出にあたり、流出係数は

(1)滑走路・舗装: 0.82、(2)芝地: 0.15、(3)樹林地: 0.30、(4)畑地: 0.20

実測値

理論値 実測値

C流域 ( $119.3 \text{ 万m}^3 \leq \mu_c = 134.3 \text{ 万m}^3 \leq 153.4 \text{ 万m}^3$ )

D流域 ( $239.8 \text{ 万m}^3 \leq \mu_d = 441.7 \text{ 万m}^3 \leq 652.9 \text{ 万m}^3$ )

地下水需要量

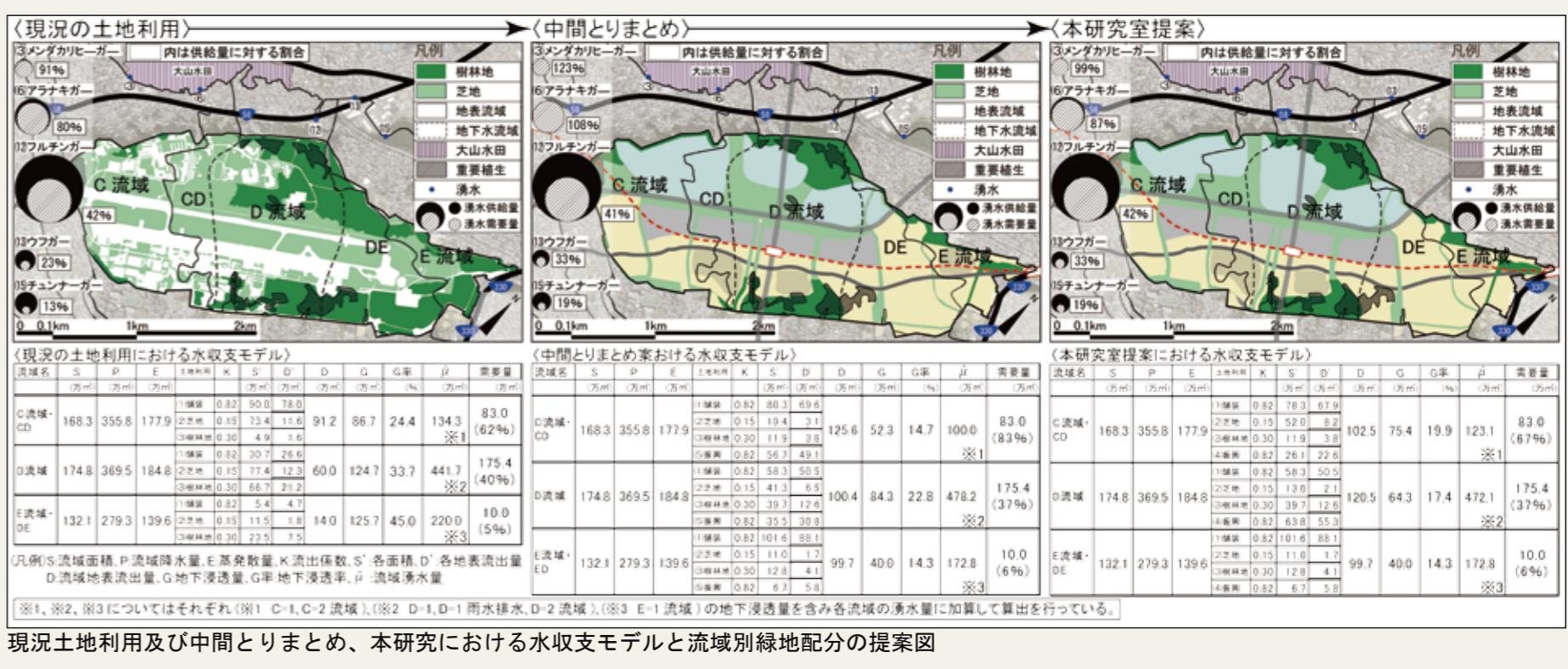
宜野湾市の地下水・湧水利用はヒアリングより、家庭用(伊佐、喜友名自治区がそれぞれ80世帯、160世帯使用)、産業用(大山田水、コンクリート業A社、コンクリート業B社、温泉業C社)で年間約270万m³の需要が確認された。

写真1 海砂の洗浄栓 (コクヨ社)

写真2 逆洗機 (温泉業C社)

写真3 水道メーター (温泉業C社)

地下湧水量実測		地下水・湧水年間使用量及び件数		家庭用(件)	
産業用(万m³/年)	農業用(万m³/年)	大山田水	コンクリート業A社	喜友名自治区	伊佐自治区
257.80	0.93	1.60	1.60	452	80件



現況土地利用及び中間とりまとめ、本研究における水收支モデルと流域別地盤の分配の提案図

