

付属資料－6 意見交換会の記録

1. 意見交換会の概要

1) 意見交換会開催の趣旨

- ・昨年度までの検討の中で、普天間飛行場跡地については、「中南部都市圏駐留軍用地跡地利用広域構想」のもとに、沖縄の将来を担う沖縄振興の拠点として、公共交通軸や幹線道路網の整備、「振興拠点ゾーン」・「都市拠点ゾーン」・「居住ゾーン」の適所配置、これらと一体となった「普天間公園」等の整備などを位置づけ、今後計画内容を具体化していくこととしている。
- ・また返還前の立入調査が制限されているため、計画条件として反映させるべき地盤環境（洞穴や地下水系等）の現状や埋蔵文化財の取扱い方針等に関する情報収集が困難な状況の中で計画内容の具体化していかなければならない状況がある。
- ・このため、計画内容を具体化していくためには、できるだけ多面的な視点、専門的な知見を得ながら進めていくことが不可欠であり、有識者との意見交換を実施し、中間取りまとめに向けた情報を収集する。

2) 意見交換の実施状況

敬称略

開催日	氏名	所属
平成24年 11月12日	新垣 義夫氏	普天満宮宮司
	原 久夫氏	琉球大学工学部 環境建設工学科 准教授
平成24年 12月19日	黒田 登美雄氏	琉球大学農学部 地域農業工学科 教授
平成25年 1月23日	高良 倉吉氏	琉球大学法文学部 国際言語文化学科 教授
平成25年 2月18日	稲田 純一氏	(株)ウイン 代表取締役
	阿部 等氏 佐々 史人氏	株式会社ライトレール 代表取締役社長 株式会社ライトレール 主任 (トラム&グリーン・リンケージ沖縄21)
平成25年 2月21日	小野 尋子氏	琉球大学工学部 環境建設工学科 助教
平成25年 2月22日	石川 幹子氏	東京大学大学院工学系研究科 都市工学専攻 教授

2. 意見交換会の記録

■ 普天間飛行場における洞穴の位置情報、民俗学的意味等

1) 日時・場所

- 開催日時： 平成 24 年 11 月 12 日（月） 13:00 ～ 15:00
- 開催場所： 宜野湾市役所別館 2 階第 1 会議室

2) 出席者（敬称略）

- 普天満宮宮司 : 新垣義夫
- 沖縄県 企画部企画調整課 : 下地正之、塩川浩志
- 宜野湾市 基地政策部基地跡地対策課 : 田場盛茂、仲村等、渡嘉敷真、内間穂高
- （一財）都市みらい推進機構 : 高田和彦
- 玉野総合コンサルタント（株） : 水野清広
- （株）日本都市総合研究所 : 村山文人
- （株）群計画 : 大門達也

3) 意見交換の内容

- ・ 普天間飛行場の地形は、3 期層のクチャの上に琉球石灰岩の地層があり、厚いところで 30m くらいの厚みである。その 3 期層が西側に向かって傾斜しており、東側の境目から水が入り込む。
- ・ 東側の市街地と飛行場の境目に洞窟の入口があり、市街地からの雨水等が入り込む。（滑走路の手前のところで水の流れが消える。吸い込み口がある。）
- ・ 国道 330 号を通ると高低差があるが、その低いところに水が集まって流れを作り、基地に向かう。
- ・ オオグムヤー、フルチンガーへの水の通り道が重要。基地の東側にあるマーカーガマやアブガーから、基地の中にあるアジミー、基地の西側のオオグムヤーの線で地下に洞窟があり地下水が流れている。また、その途中に水盆がある。この一帯は重要で守るべき。
- ・ マーカーガマからフルチンガーまでの流れが一番重要である。大山のタイモ畑を守るには水の流れの縦のラインをみなければならない。
- ・ どこを残して、どこを利用するかをきっちりと考えないといけない。すべての洞窟を守るのは出来ないだろう。
- ・ マーカーガマからオオグムヤーまで 1600m の洞窟がある。その中で測量できたのは 900 m である。
- ・ オオグムヤーへの水の流れを考えると、地下に道路を潜らせた場合、水がどこに行くかわからない。水の流れを横切るような掘削を行うと水脈が切れてしまう。
- ・ 以前、調査のために東側の洞窟の入口から色のついたマーカーを流したところ、出てこなかった。水盆で拡散されたからだと思われる。水の流れは実際にボーリングを行って調べることになるだろう。
- ・ 格納庫の工事が有った際に地面に穴が開き、洞窟が現れた。

- ・ 現在、洞窟の数は123カ所ある。聞き取りを行った際に増加した。
- ・ マーカーガマは残してほしい。集水域は東側の市街地の範囲が大きい。
- ・ マーカーガマに入ると、滑走路の前後では天井から水が落ちてくるが、滑走路の下では水が落ちてこない。地表水の浸透がある証拠。
- ・ マーカーガマの深さは13m位であり、ガマの入口の厚さは3m位である。洞窟の入口付近の石灰岩層は薄く、洞窟の中に入っていくと上部が厚くなる。
- ・ 水道を切って基地の外に水を流したり、開発を行ってアスファルトで覆ってしまうと、大山のタイモ畑には水がいなくなるだろう。
- ・ 洞窟は水が流れ、削られて形成される。その水の流れは、地層の切れ目に沿って流れていく。ターバルガマなどは、洞窟が直角に曲がっており、Z型と呼んでいる。
- ・ 基地内に降る雨は、じわりじわりと石灰岩を浸透していくが、水量的には基地の東側の市街地から流れてくる水の量が多い。
- ・ 縦断道路について、地下構造と掘割構造は同じ事。水の流れをせき止めてしまう。計画されている位置の石灰岩の厚みは10m程度であり、その下の3期層まで構造物が達してしまうだろう。構造物にせき止められた水は横に流れる。どこかで噴き出すことになるのでやめた方がいいだろう。
- ・ 水盆の上部であれば構造物の下を水が流れる。
- ・ 洞窟は殆どが遺跡であり、古い時代の遺物が発掘される。
- ・ 防空壕として使われていたものもあり、戦後60年が経つと重要なものは文化財に指定されている。戦争遺跡としてどのように使われていたのか考える必要がある。防空壕は一般的に人工のことが多いが、沖縄では自然の洞窟を利用した者が多い。

以上

4) 関連資料

ガマ(洞窟)の話

平成24年11月12日

新垣 義夫

1 洞窟とは

(イ) 定義

洞窟というのは、一般に人間が入るだけの大きさをもった地下の空間のことで、さらに洞窟入り口(洞口)の一番幅広いところが、奥行きあるいは深さよりも小さいものと定義されている。

(ロ) 洞窟の科学

自然科学(地質 地形 鉱物 古代気象 動物 他)

人文科学(遺跡 信仰 民話伝承 防空壕 他)

(ハ) 洞窟の種類

自然洞(鍾乳洞・海食洞 溶岩洞 氷穴 風穴 構造洞窟)

人工洞(防空壕・炭鉱・探鉱・トンネル 他)

(ニ) 呼称類語

洞窟 洞穴 鍾乳洞 ガマ アブなど(別紙)

2 人間と洞窟との関わり

(イ) 遺跡

* 山下町第一洞穴遺跡(那覇市) 大山洞穴(宜野湾市) 桃原洞穴(沖縄市)
ゴヘズ洞穴(伊江村) カダバル洞穴(伊江村) 下地原洞穴(久米島町市)
ピンザアブ洞穴(宮古市)

(ロ) 洞窟信仰

御縁 権現 ビジユル テイラガマ くまやーガマ

(ハ) 墓

浦添ゆうどれ(浦添市) 佐敷ゆうどれ(南城市) 小祿墓(宜野湾市) ヤッチ
ガマ(久米島町) ヤジャーガマ(久米島町) 玉泉洞(南城市) 宜野座村の
洞窟墓 宜野湾市の洞窟墓(マヤ-ガマ 村墓 奥間ノ口墓)

(ニ) 泉(カー)

アナガー アブガー 暗川 降りカー

(ホ) 動物名の洞窟

マヤ-ガマ 犬ガー カーブヤーガマ

(新城 喜友名 大山(3) 真志喜 我如古 具志川市上江洲)

(ヘ) 防空壕

家庭防空壕 隣組防空壕 村の防空壕 軍専用組織壕 蛸壺壕 蛸壕

散兵壕 交通壕 指令壕 坑道 舟艇秘匿壕 その他(墓 格納庫)

(ト) その他

(観光洞 サキタリガマ 貯蔵庫 レストラン アシビガマ カンジャーガマ 住
居)

* 洞窟とは

洞穴（どうけつ）ともいうが、今回は“洞窟”を使用した。洞穴と洞窟の意味の違いはない（いずれも自然洞）とする考え方と、洞穴はあくまでも自然洞で洞窟は自然と人工のものを含むものとする考え方がある。筆者は後者としている。

洞窟というのは、一般に人間が入れるだけの大きさをもった地下の空間のことで、さらに洞窟の入口の一番幅の広い所が、奥行きあるいは深さよりも小さいものと定義されている。分類すると自然と人工的に掘ったものに分けられる。

自然洞には 石灰洞（鍾乳洞）・海食洞・風穴・フィシャー・溶岩洞・氷穴などがある。人工洞には トンネル・防空壕・墓・川途に依りて掘られた地下空洞などである。形態の面からは縦穴・横穴・重層型など分類される。特に宜野湾市内では、真志喜から大山にかけた石灰岩地域の崖部や、河川に面した崖に人工の防空壕や墓が多く、自然洞窟との識別が困難なところが多い。また雨水配水坑が国道330号線を野嵩境から普天間中央通りの地トを普天間川へ、真栄原の水タマヤーから比屋良川へ直径2メートル以上の配水坑が施設されている。また、伊佐三叉路の北側の基地内の角からコンベンション通りの地下を沖縄電力向けのトンネルが掘られている。これも洞窟の範疇にはいるものと思っている。

宜野湾市に於ける洞窟は、戦後の土地開発や住宅建設などによって幾つかは破壊され、あるいは洞口が埋没されたものもあるが、それらの洞窟も含めて現在135ヶ所が確認された。県下では最も多い、密度の濃いところである。因みに県下では2005年現在の洞窟数は800余確認されている。本市の洞窟の数は、宜野湾市文化財第一集（1978年）に55ヶ所・沖縄県洞穴実態調査報告（1979）による61ヶ所、また宜野湾市の遺跡調査報告（1982）では114ヶ所、宜野湾市文化財調査報告書第6集「洞穴」（1985）に74ヶ所、宜野湾市史「自然編」（2001年）132ヶ所が記載されている。現在（2012年）

*洞窟の呼称

洞窟の呼称は、地域によってもいろいろと異なる。いわゆる同義語として辞書や日本の洞窟一覧表から拾い出してみると120の語がある。次にその一部と特徴的なものを記した。

洞窟 洞穴 洞屋 石窟 石室 岩屋 岩穴 岩壺 巖窟 風穴 壕洞 鍾乳洞 岩戸 炭坑 トンネル 穴 氷穴 窟 海食洞 ほら うろ ほらあな うと うど わんど ほこらあな がな がま がほら がまつ がおつ がお がろ がんど がーと がんころ がんご やぐら えぐら えー ヨー えら いら あなぐら あぶ(あぼー) などである。

表-1に 県下の主要な地域の“洞窟”の呼び方をまとめたが、最も多いのは～ガマで、以下～洞、～穴、～アブそして～ガー（暗川・穴川）の順である。しかし、宮古諸島のコーザ、ツブ、ツク、八重山諸島のイーザー、ダヤー、イン、さらに今帰仁のイッピヤなどは耳慣れぬ特殊な呼び方で興味深い。イーザー、ダヤー、イン、イッピヤは岩屋の訛った言葉と思われる。

さて、本市ではどうかというと、～洞穴という呼び方が多く、次いで～ガマ、～ガーであり、まれに～ヤー、～ミーがある。洞穴の名前に関しては、大部分は地名や原名をとって名付けられている。テイラガマ（ビジュアルや骨を納めた坪所）・墓（アジ墓・奥間ノロ

表 1

表1 県内の洞窟の主な呼び方一覧

	大車峠	上大車峠	森大車峠	市川	新井	保良	入来	津島	多田	石原	中瀬	宮崎	夜間	宮崎
大車峠	○													
上大車峠		○												
森大車峠			○											
市川				○										
新井					○									
保良						○								
入来							○							
津島								○						
多田									○					
石原										○				
中瀬											○			
宮崎												○		
夜間													○	
宮崎														○

墓)に因んだものや、人名・屋号、あるいはオオナチマヤーガマ・イン(犬)ガーのように、ネコや動物に関した伝説をもとに名付けられた洞窟もある。また、戦争の時に病院がわりに使用されたため、病院壕と呼ばれている洞窟もある。壕は本来人工のものであるが、戦時中は避難した洞窟は自然のものであってもすべて壕、あるいは避難壕・防空壕・陣地壕などと呼ばれていた。

洞窟の科学

近年、洞窟に関して興味を持つ人達が増える傾向があって、それを対象にする学問も増えてきた。洞窟について、人間は古来からそこを住みかとし、食物の貯蔵庫とし、あるいは隠れが、また信仰の対象とするなど何らかの関わりあいをもってきた。世界各地の古人骨のほとんどが洞窟から発見されていることはこのことを物語っている。特に先の大戦で激戦地となった本県では、洞窟は天然の防空壕として格好の避難場所となり、また陣地壕として使用された。多くの人命が救われた反面、具志頭のひめゆりの塔(馬ウトゥシー)や読谷のチビチリガマのような悲惨な事件もあった。他方、洞窟内に形成された鍾乳石類(二次生成物)、長年にわたって流れ込みたまった堆積物そして暗い環境を生息場所とした生物などは、それぞれ地質、古生物、考古それに生物学者の関心のまとなっている。また近年は戦跡考古学としても脚光おびてきた。年間を通じて温度・湿度が一定に保たれた闇黒の地下空間、この洞窟は、まさに“地底の実験室”であり、自然・人文科学の総合博物館の様相を呈する。

*洞窟遺跡

(1)、旧石器時代

- ① 山下町第一洞穴 (3万2千年前)
那覇市山下町
- ② ビンザアブ (2万6千年前)
宮古市
- ③ 竿根川原洞穴 (2万4千年前)
石垣市白保竿根田(石垣空港敷地内)
- ④ 大山洞穴遺跡 (1万年前)

宜野湾市大山

- ⑤ 桃原洞穴（沖縄市） ⑥ ゴヘズ洞穴（伊江村） ⑦ カダバル洞穴（伊江村）
⑧ 下地原洞穴（久米島町） その他（⑨港川フィッシャー遺跡）

（２） 縄文以後

- ① 数地洞穴遺跡（８千年～）

うるま市数地島

- ② 大山マヤーガマ洞穴遺跡

宜野湾市大山

*沖縄の洞窟信仰とティラガマ

（１）御嶽（七の御嶽他）

ティダが穴（おもろさうし）

- ー 東方の大主
吾 守て くれわれ
按司添いぎや
大岡 早使い
又 てだが穴の大主

- ー 東方の瑞嶽
瑞嶽わ 見居り
真強くあれ ころころ
又 てだが穴の瑞嶽

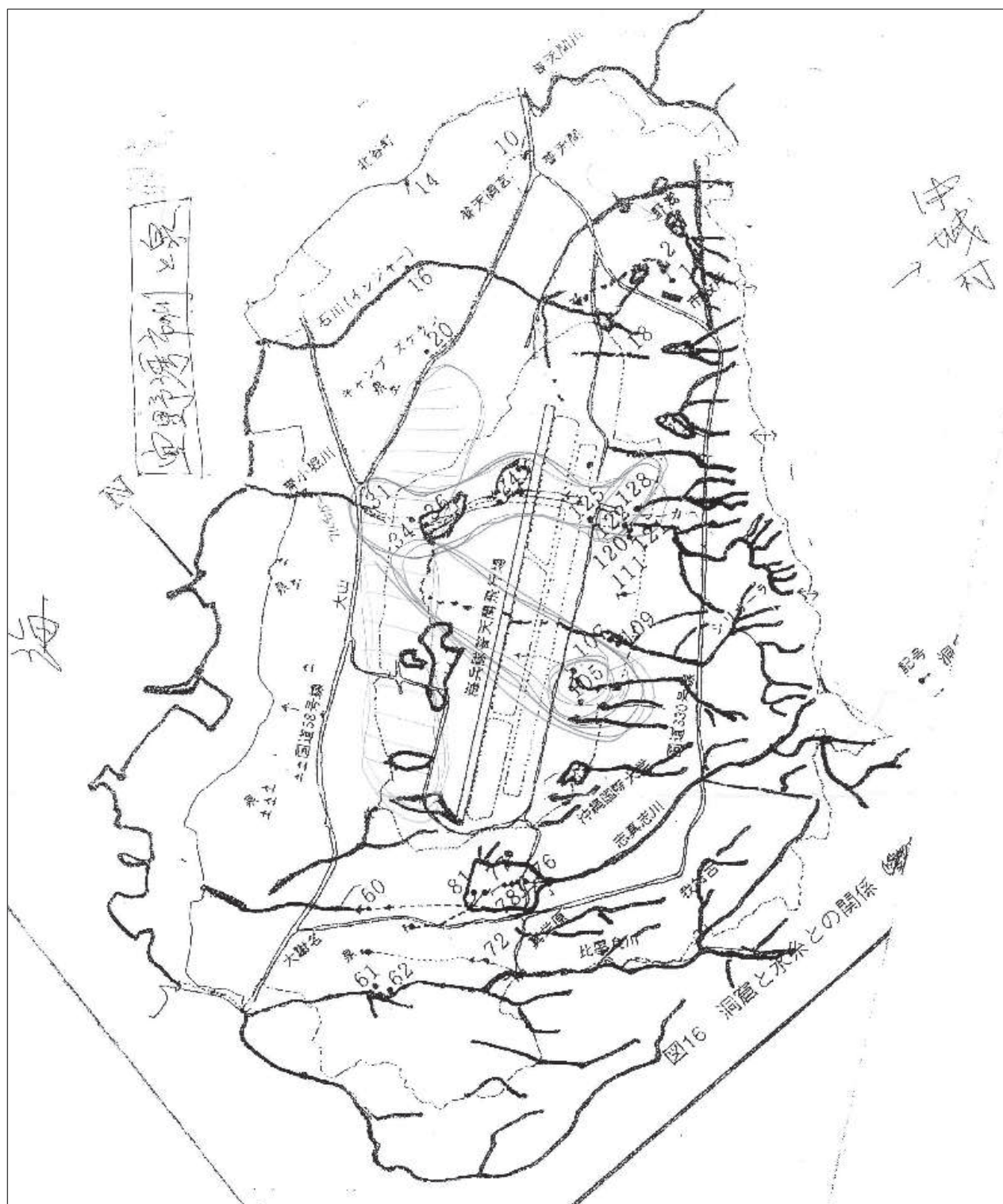
（２）権現・ビジュル・ティラガマ

権現（普天満権現 識名権現 天久権現 金武権現 部間権現）

ビジュル（トゥールーガマ 識名）潮平権現

（３）普天満権現

普天満権現発祥地（フテイマ小）
儀保の権現（フテイマ小 洞窟あり）
真地権現（フテイマ小 洞窟あり）
前川の権現（フテイマ小 洞窟あり）
嘉数ティラガマ（フテイマ小 洞窟あり）
仲山のティラガマ（フテイマ小 洞窟あり）
普天満宮（普天満権現）



■ 琉球石灰岩台地の物理的特性、洞穴上部の土地利用にかかる留意点

1) 日時・場所

- 開催日時： 平成24年11月12日(月) 15:00 ~ 17:00
- 開催場所： 宜野湾市役所別館2階第1会議室

2) 出席者(敬称略)

- 琉球大学工学部環境建設工学科 准教授 : 原久夫
- 沖縄県 企画部企画調整課 : 下地正之、塩川浩志
- 宜野湾市 基地政策部基地跡地対策課 : 田場盛茂、仲村等、渡嘉敷真、内間穂高
- (一財)都市みらい推進機構 : 高田和彦
- 玉野総合コンサルタント(株) : 水野清広
- (株)日本都市総合研究所 : 村山文人
- (株)群計画 : 大門達也

3) 意見交換の内容

- ・ 中南部では、島尻層泥岩が構造物の支持層となっているためしっかりしている。その島尻層泥岩の上に琉球石灰岩が乗っている。琉球石灰岩は新しくやわらかい層である。本部町にある石灰岩は数億年前の古いものだが、宜野湾の石灰岩は数万年前の新しいものであり、比較的やわらかい地層である。
- ・ また、石灰岩はやわらかい所もあれば硬いところもあり一定ではない。空洞もあるが、砂層があってやわらかい所もあり、建物の支持層としては悩ましい。琉球石灰岩といっても全て均一ではなく、ピンポイントでの調査が必要になる。
- ・ 石灰岩台地では、河川は上部にできることは無く地下を通っている。建築物やトンネルを作ると、必ず地下水に影響が出る。水の流れを調査しないと、水が出なくなったり、井戸が干涸びることになる。
- ・ 普天間の場合、琉球石灰岩層の層厚は、5~11m位で、場所によって異なる。透水係数も、同じ琉球石灰岩でも10万倍くらいの幅がある。よって、他の地域の調査結果は使えず、個別に調査するしかない。
- ・ 空洞の上に建物を建てるのは、基本的にやめたほうが良い。地震の際の横揺れには持たないであろう。大きな重さがなければ可能ではある。
- ・ 石灰岩層の層厚は、海に向かって厚くなっており、海側の石灰岩の上には大きな建物は難しいだろうと思う。石灰岩層が薄いところが建物を支持しやすく、地下水への影響も少ない。
- ・ 地下水の流れを調べるのが先だろう。水がどこから入って、どこに出るのか、トレーサー調査等で把握する必要がある。また、空洞の位置は探査では分からず、直接ボーリング調査を行うしか方法はない。米軍は、ドリーネは埋めて使っているだろう。
- ・ 建物の基礎地盤としての石灰岩は不安である。支持力を作り出すための地盤改良の方法はいくらでもあるが、水に与える影響が心配である。必ず影響は出ると思ってもらいたい。
- ・ 道路などの構造物で連続壁のようなものを作ると、地下水の流れを切ることになる。地下水の扱いには注意してほしい。
- ・ 液状化は普天間では心配する必要はない。

以上

4) 関連資料

第 15 回沖縄地盤工学研究発表会 (2002. 11)

15. 琉球層群のN値に関する統計的性質について

琉球大学工学部生 ○古謝 昌也
琉球大学工学部 原 久夫

1 はじめに

沖縄県の代表的地層には、沖積層、琉球層群、烏尻層群、嘉陽層、名護層、今帰仁層、本部層がある。琉球層群は琉球列島に広く分布しており、琉球石灰岩と砂礫、砂状、粘土状などでできた層である。この層は地層が不均一で、強度にばらつきがあるため支持層とするには、設計、施工上の取り扱いが難しいという問題がある。そのため、琉球層群を基礎地盤として評価する方法を確立したい。ここでは、沖縄本島と宮古島で実施されたボーリング調査結果から琉球層群について、そのN値データを抽出し、統計的性質を検討してみた。

本文では、N値データの50以上の値と総打撃長30cm以上を換算することにより、より実際の硬さに近い値を取って統計的に処理を行なった結果を報告する。

2 N値の抽出方法

調査地域は、沖縄本島の宮古利島、宮古諸島の池間島、来間島、伊良部島であり、四ヶ所から地層の特性を十分把握できる数量を確保した。調査対象として収集したボーリング数を表-1に示す。これらのボーリング地点の土質柱状図から対象層のN値データをすべて選び出し、自沈の値を除いた1214個を取り出し、整理した。

調査対象とした地層は、琉球石灰岩、砂礫層、砂質層などの琉球層群と判断される層を調査対象層とした。

表-1 ボーリング数

場所	ボーリング数
池間地区	5
来間地区	25
古宇利地区	15
伊良部地区	5
合計	50

3 N値の統計的処理

収集したN値の基本統計量を出し、N値のヒストグラムを作成して検討を行なう。N値に関する統計量としては次の3パターンについて検討した。

- N値 (N値の値が50以上のものはすべてN=50として統計処理する)
- 換算N値 (N値の値が50以上、総打撃長が30cm以上のものを次ページに示す方法で換算したN値)
- $\ln N$ 値 (換算N値の自然対数)

表-2 換算N値の計算例

Case	N値	総打撃長 (cm)	打撃長Ⅰ (cm)	打撃Ⅰ (回)	打撃長Ⅱ (cm)	打撃Ⅱ (回)	打撃長Ⅲ (cm)	打撃Ⅲ (回)	換算N値
1	1	80	80	1					0.375
2	2	35	20	1	15	1			1.667
3	50	25	10	17	10	12	5	21	71
4	50	20	10	8	10	42			92

打撃Ⅰ：通常は0~10cm間の貫入打撃回数(回) 打撃長Ⅰ：打撃Ⅰで貫入した長さ(cm)
打撃Ⅱ：通常は10~20cm間の貫入打撃回数(回) 打撃長Ⅱ：打撃Ⅱで貫入した長さ(cm)
打撃Ⅲ：通常は20~30cm間の貫入打撃回数(回) 打撃長Ⅲ：打撃Ⅲで貫入した長さ(cm)

Case1 の計算 (打撃 I (回) で 30cm 以上貫入した場合)

$$30(cm) \times \frac{\text{打撃 I (回)}}{\text{打撃長 I (cm)}} = 30 \times \frac{1}{80} = 0.375$$

Case 2 の計算 (打撃 II (回) で 30cm 以上貫入した場合)

$$\text{打撃 I (回)} + \frac{\text{打撃 II (回)} \times \{30(cm) - \text{打撃長 I (cm)}\}}{\text{打撃長 II (cm)}} = 1 + \frac{1 \times (30 - 20)}{15} = 1.667$$

Case 3 の計算 (打撃 III (回) で N 値が 50 以上になった場合)

$$\begin{aligned} & \text{打撃 I (回)} + \text{打撃 II (回)} + \frac{\text{打撃 III (回)} \times \{30(cm) - \text{打撃長 I (cm)} - \text{打撃長 II (cm)}\}}{\text{打撃長 III (cm)}} \\ &= 17 + 12 + \frac{21 \times (30 - 10 - 10)}{5} = 71 \end{aligned}$$

Case 4 の計算 (打撃 II (回) で N 値が 50 以上になった場合)

$$\text{打撃 I (回)} + \frac{\text{打撃 II (回)} \times \{30(cm) - \text{打撃長 I (cm)}\}}{\text{打撃長 II (cm)}} = 8 + \frac{42 \times (30 - 10)}{10} = 92$$

表-3 は、N 値、換算 N 値、lnN 値の基本統計量を示したものである。図-1, 2, 3 はそれぞれをヒストグラムで表わしたものである

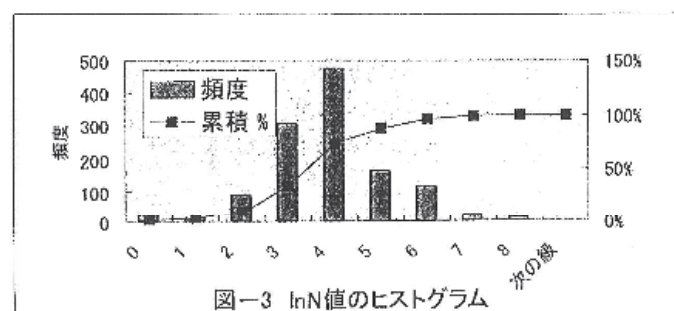
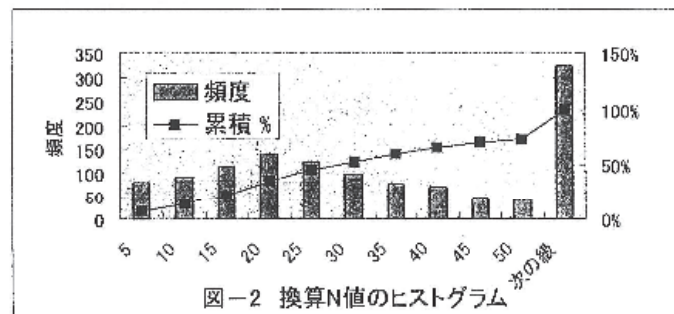
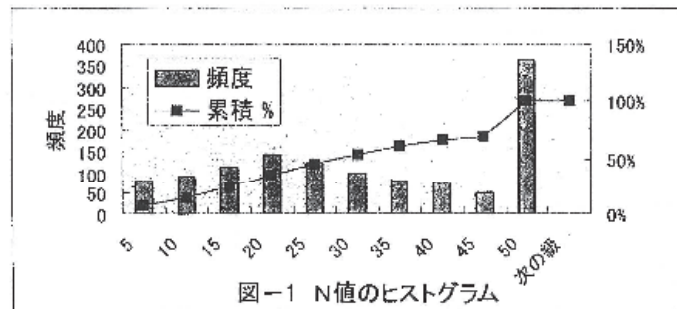
表-3 の N 値の基本統計量では、平均値は 29.74、標準偏差は 16.25 となっている。しかしここでは、N 値 50 以上を 50 とし取り扱っているため、これらの値は、実際の琉球層群の硬さを反映しているとは言えない。従来のデータと比較してみるために、N 値が 50 以下となるサンプルについて基本統計量

表-3 基本統計量

	N 値	換算 N 値	lnN 値	N 値 50 以上のもののみ
平均	29.7397	72.91801	3.425216	22.38102
標準誤差	0.466521	4.564884	0.035994	0.420681
中央値 (メジアン)	28	28	3.332205	21
最頻値 (モード)	50	18	2.890372	18
標準偏差	16.25477	159.052	1.254117	12.55718
分散	264.2174	25297.54	1.57281	157.6828
尖度	-1.38149	48.35153	1.212816	-0.69373
歪度	-0.04073	6.237878	0.027733	0.300004
範囲	49	1499.647	8.354674	49.64706
最小	1	0.352941	-1.04145	0.352941
最大	50	1500	7.31322	50
合計	36104	88522.46	4158.213	19941.49
標本数	1214	1214	1214	891
最大値(1)	50	1500	7.31322	50
最小値(1)	1	0.352941	-1.04145	0.352941
信頼区間(95.0%)	0.915278	8.955943	0.070617	0.825644

を調べてみると、平均値は 22.4 となり、標準偏差は 12.6 となった。従来のデータ⁴⁾の平均値は 17.5 で標準偏差は 12.7 となっている。比較してみると、標準偏差は近い値を示したが、平均値に差が生じたことから、同一性は確認できなかった。また図-1 のヒストグラムを見ると、累積曲線は 50 以上のところで不連続となっている。

換算N値は、N 値 50 以上の値と総打撃長 30cm 以上の値を貫入状態に応じて換算したもので実際の硬さを反映していると考えられるが、その値は 0.353~1500 と非常に広範囲にわたる。そのため、換算 N 値の平均値は 72.92、標準偏差は 159 となる。さらに図-2 のヒストグラムは、N 値と同じように 50 以上のところで不連続となる。範囲が広い値に分布する場合にはその対数を取って分布を作ると都合の良いことが多い。そこで実際の硬さを反映していると考えられる換算 N 値の対数の分布を調べたものが図-3 である。図-3 のヒストグラムを見ると図-1、図-2 に比べるとより正規分布の形に近づいたことが確認できる。(図-4 を参照)



4 まとめ

琉球層群は不均質な地盤であり支持層としては取り扱いにくい地層である。琉球層群の工学的特性を調べるために、N 値に着目して統計的性質を調べた。その結果を要約すると以下のようである。

1. N 値の値が 50 以上のものをすべて $N=50$ として取り扱った場合、実際の琉球層群の硬さを表わしているとは言えない。
2. 換算した N 値では、0.353~1500 と非常に広範囲な N 値となるため、統計的には取り扱いにくい。
3. 換算した N 値の自然対数を取ると、ヒストグラムが正規分布の形に近づいた。正規分布は統計的に計算がしやすいため、琉球層群の工学的性質を調べるのに有効である。

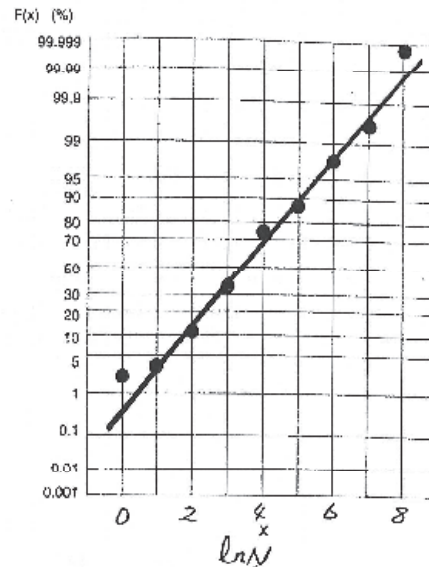


図-4 確率紙による検討

参考文献

- 1) 平良市：池間大橋測量土質設計委託業務技術検討委員会資料，1982.3
- 2) (株) 中央建設コンサルタント，大日本コンサルタント株式会社：来間地区県営一般農道土質調査業務報告書，1986.12
- 3) 沖縄県土木建築部：古宇利大橋土質調査業務土質調査報告書，1998.3
- 4) 沖縄県土木建築部：伊良部架橋地質調査委託業務土質調査報告書，1996.3
- 5) 玉寄梨奈子，原久夫，大城裕子：第 12 回沖縄地盤工学研究発表会講演概要集，pp.48-51，1999.11

4.4 まとめ

第4章では、琉球層群について、分布、工学的特性、 N 値の統計特性についてまとめた。 N 値の統計特性をもとに、実測 N 値周辺の N 値抽出法、モンテカルロ法による杭基礎の破壊確率計算法および実用的推定法について提案した。本章での主要な結論をまとめると以下のようである。

- ① 沖縄県中南部地域における琉球層群の層厚は、0.1～60mの範囲にあり、その平均層厚は10.5mである。
2. 層厚の頻度分布は、平均層厚をパラメータとする指数分布に従う。
3. 西海岸沿いに層厚40m以上となる地域が点在する。
4. 琉球石灰岩の粒度、自然含水比、乾燥密度、透水係数、強度定数、圧縮指数、圧密降伏などの工学的性質は、非常に広い範囲に分布するため、設計時には対象地域での個別調査が必要である。
- ⑤ 琉球層群中での杭の載荷試験では、周面摩擦力が確認され、さらに経時による支持力回復が示されている。
6. 琉球層群の N 値について3倍則が成立する。
7. N 値および区間打撃回数の対数を統計量とする確率密度関数は正規分布である。
8. N 値および区間打撃回数の対数間には相関関係が成立し、これを利用して実測 N 値周辺の N 値抽出法を示した。
9. 抽出 N 値に対して、打設杭の極限支持力を求め、その確率密度関数を定めた。次に打設杭基礎の破壊確率算定法を示した。これにより杭基礎の信頼性設計が可能となる。
10. N 値の深度分布から、極限支持力試験値の変動係数、正度、失度を求め、モンテカルロ法によらない杭基礎の破壊確率推定法を示した。

参考文献

- 1) 古川博基：九州・沖縄の特殊土第15章琉球石灰岩，九州大学出版会，土質工学会九州支部編，pp.185～198，1983
- 2) (社)沖縄建設弘済会：構造物基礎としての琉球石灰岩に関する調査研究報告書，(社)沖縄建設弘済会，pp.11，2000
- 3) 沖縄地学会：日曜の地学14 沖縄の品々をめぐって
- 4) 大城祐子，上原方成，原久夫，赤嶺伴子：沖縄県における地盤情報収集とデータベース化，平成10年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.466～467，1999.3
- 5) 赤嶺伴子，原久夫，上原方成：沖縄県におけるボーリング柱状図の収集とその利用について，第34回地盤工学会研究発表会平成11年度発表講演集，pp.251～252，1999.7
- 6) 大城祐子，玉寄榮奈子，原久夫，渡辺康志，金城英喜：那覇市・浦添市におけるGISソフトを利用した地盤情報のデータベース化，第12回沖縄地盤工学研究発表会講演

■ 琉球石灰岩台地における地下水涵養機構

1) 日時・場所

- 開催日時： 平成 24 年 12 月 19 日（水） 13:00 ～ 15:00
- 開催場所： 宜野湾市 別館 1 階 職員厚生室

2) 出席者（敬称略）

- 琉球大学農学部地域農業工学科教授 : 黒田登美雄
- 沖縄県 企画部企画調整課 : 下地正之、塩川浩志
- 宜野湾市 基地政策部基地跡地対策課 : 田場盛茂、仲村等、渡嘉敷真、内間穂高
- （一財）都市みらい推進機構 : 高田和彦
- 玉野総合コンサルタント（株） : 中垣淳一、水野清広、笹本雅也
- （株）日本都市総合研究所 : 荒田厚、村山文人
- （株）群計画 : 大門達也

3) 意見交換の内容

① 新都心を事例とした琉球石灰岩台地における地下水涵養

- ・ 那覇新都心（面積 214ha）では、人口予測を 1 ㎢当り 1 万人、2 ㎢で 2 万人と想定した。沖縄県水道企業局が本島南部で供給している水道水は、1 日当り最大 55 万トンで、1 人当り 500ℓ 程度使われている。2 万人だと最低 1 万トンの水が必要。
- ・ 1989 年に行われた調査では、開発が進んだ那覇市首里の儀保近辺で、降った雨の 1 割程度しか浸透していない。南部の地下ダムがある場所では 35～40% が地下に浸透している。
- ・ 米軍が使用していたころは、建物等があっても 35% 程度が浸透していた。畑の場合は 40% が浸透する。
- ・ 開発前の那覇新都心には最大 140 万トンの地下水が眠っており、新都心を開発する以前は周辺の事業所で利用されていた。大口のユーザーだけで年間約 40 万トン使っており、何の対策もせずに関係すると水量が確保できなくなる。
- ・ 140 万トン浸透していたものが、造成だけを行った場合は 100 万トン、何も対策をせずに市街化すると約 50 万トンの浸透に減ってしまう。渇水期に水が足りなくなり、一度に水を使うと海水が入ってしまい全く使えない。そこで浸透率の目標を 20% として約 65 万トンを確保できるようにしようと計画した。
- ・ 石灰岩地域には学校を設け、校庭の芝生化を行ったり、銘瀬川流域の親水ゾーンとしての確保等を行っている。

② 普天間飛行場跡における水収支の考え方

- ・ 公的な建物の地域で雨水を浸透させるゾーンをまず整備する必要がある。天久の時ように自由に開発されてはいけない。どこまで規制して、どこから自由にするかしっかり計画するべき。
- ・ 昭和 54 年に比謝川流域の水量を県が測定している。分かったことは他の地域から生活排水が流れ込んできており、降水量より河川の流量が多くなっていた。昭和 51 年と 54 年に沖縄総合事務局が河川の流量を測定しており、それを基に収支を計算したが、普通はその地

域に降った雨の 5 割から 7 割しか流れていないはずが比謝川の場合は 100%を超える水が流れていた。

- ・ 古川先生が本にも書かれているが、大山のターム畑の湧水は、渇水時にも水が湧き、地下水位も変わらなかった。330 号沿いの大地部分の民家から生活排水が地下浸透して流れ込み、大山地域で湧き出している。使った水道水が流れ込んで大山地域で湧水となって出ているという報告をしている。山原の水を水道水として使っていて、その水が地下に浸透して湧水となって大山で湧き出ている。
- ・ 分水嶺で単純に分けて、降水量だけで考えるのは間違っている。普天間跡地の場合は基地以外の高台から浸透している水があるのでそこも含めて水収支として計算しないといけない。
- ・ 儀保交差点の水収支と、那覇新都心の水収支、地下ダムが作られている所の水収支は違う。気温は変わらないので蒸発散量は変わらない、違うのは浸透量が違う。生活排水、農業用水など他の地域から持ってきた水が加わるとその地域の水循環が壊される。持続的ではないと古川先生が本に書かれていた。

③ 地下水源としての普天間飛行場

- ・ 地域に降った水を使うことが持続的であるが、沖縄県は山原で降った水を根こそぎ運んできて利用している。水収支がくるってしまう。
- ・ 道州制となると、地域の中で水収支を考えるという流れになると思う。普天間に新たに水を引こうとしてもできない可能性がある。飲み水だけを水道水にして、トイレの水などは地域に降る地下水を利用する。いずれそのような方法を取らないと限界にくる。
- ・ 普天間が開発されると、同じような水の使い方は出来ない。都市計画の段階で公共の建物は水道水の利用は飲み水だけにして、トイレの水や雑用水は地下水や天水（雨水）を利用する計画が必要である。
- ・ ダムができる所にはすべて作っている、これ以上は無理。今、山原の水が枯れないで残っているのは米軍の基地があるから。立ち入り、開発が制限されているから。
- ・ 米軍は石灰岩地域を基地として使っている。基地内には芝生を植えている。大雨が降ったら芝生が絨毯となって水を含み、石灰岩台地に浸透していく。嘉手納の飛行場の地下には地下水が眠っており、戦闘機を洗ったりする雑用水に使っている。

④ 跡地利用計画における地下水涵養の考え方

- ・ 理想的な切り盛りは、高いところから低いところを持っていくのではなくて、切ったところが石灰岩だったら石灰岩のところに持っていき、クチャはクチャのところに持っていくことだと思う。新都心では、公園や県立美術館博物館で、20%の浸透を確保するとし、60 万トン分は確保している。
- ・ 水道を二系統用意して、飲み水は山原の水、トイレや生活用水は地下水を利用するように分けないといけない時代が来るのではないかと考えている。
- ・ ドイツではシュヴァルツヴァルトといって一切立ち入りを禁止している所が有名だが、そこに降った水を地下水として飲み水を確保している。本土では鎮守の森として宗教で縛ったりしている。下流域の涵養の水源として伐採等から守るためにお宮を作った。琉球でもサイオンが森林を保護し、水田の水を確保する。燃料としての松を確保する持続可能なことをやっていた。普天間の跡地利用に際しては、最初からドイツのような公園ゾーンを作り、場合によってはそこに降った雨水を飲み水として利用する。人が 1 日に飲む水は 2.5ℓ、年間約 1

トン、それを確保するには2 m³の土地が必要。そこに誰も入れずに地下水を確保する。シュヴァルツヴァルトをまねて、都市計画の段階から計画していく。最低限飲み水だけは確保していくような仕掛けを作るべきだと思う。

- ・ ヨーロッパでは都市の近くに森林や公園をつくっている。そこには意味があって、豊かな生活を送るためにそういうコストを払っている。

⑤ 普天間での地下水涵養の目標

- ・ 那覇新都心では20%の地下浸透を目標にしたとのことであるが、普天間の場合では、どの程度の地下浸透を目標にし、それをどのように実現するか。

⇒ 基地内の現状では30~35%くらいの浸透があると思う。建物を建てた面積の分をどこか別のところで浸透させると現状維持になるが、現実的にはきついと思う。那覇の新都心と同じように20%くらいで折り合いをつけることになるのではと思っている。しかし、周辺からの流入もあるので、現状の地下水量の維持は可能であると思う。

跡地で地下水を汚染するような工業は規制する。使用した水を流すと浄化しにくい水がでてくため、最初から地下水のためにきつすぎるくらいの規制をしてもいいと思う。

- ・ 基地の東側から水が流れてきて跡地では洞穴に入っている。この扱いを心配している。

⇒ もともと家がなかった当時、その水は本来どこにいったのか。初期の段階の排水計画はドリーネに流してしまっている。それは改めないといけない。新都心でも改修して分離した。

- ・ 普天間飛行場の西側に湧水が分布しているが、フルチンガーの湧水がけた違いに多い。現状で雨水排水路的に利用されている。どこかで歯止めをかけて地下浸透を促すような仕組みを作らないといけないのではという想いもあるし、建物が建っていくと雨水排水が行われる。まちづくりの基準として水を排除しないとイケないとなっている。

⇒ 水を排除する基準はおかしい。屋根に降った水は海に流してしまっている。米軍は地下浸透させている。雨水観測井戸を掘って、水位が変わらないようにしないとイケない。ターム畑や海にも影響が出る。流す水がトータルで変わっていなければ良いわけではなくて、一気に出ていくか、コンスタントに出ていくのとでは違う。フルチンガーは現状でいいと思うが、他のところから流れている物も建物が建っていくと水量が減ると思う。それが減らないような形で地下に浸透させることをしないとイケない。

- ・ 緑を大量に持ち込もうという計画づくりをしているが、漏水をどうするか。

⇒ 地下に浸透できない物もある。新都心では地上にタンクをつくってためている。流れていくのは透水性舗装などを利用して浸透させていくという二段構えになっている。都市計画の段階で公共の建物の雨水は流すのではなくてタンクに貯める等の工夫をしないとイケない。必要最小限のものを地下に入れる。海に捨てている分をトイレや散水に使うようにタンクに貯める。よそから水を持ってくるのではなくて、その地域で水収支が合うように。

- ・ 道路等での透水性舗装等の効果は如何に。

⇒ やらないよりは良いが、敷地内で芝生化した方が良い。米軍の飛行場は上から見ると全部芝生を植えている。芝生は水を保持し、その下では浸透している。地表流出をほとんど防げる。私有地ではきびしいので、学校や公園を芝生化するのが良いのではないかな。

鍾乳洞に水を地下浸透させても一気に流れるだけで、地下水位を上げることはならない。鍾乳洞で地下水を保持する場合、出口のところで地下ダムのようなものを設けて水がたまる仕掛けを作るのも一つの手かもしれない。

- ・ 西側の石灰岩台地は非常に厚いが、地下ダムは技術的に可能か。

- ⇒ 大山の石灰岩が薄くなっている末端のところで締め切る方法はある。伊江地下ダムが一番深いところは石灰岩が 80 から 90m 位あるが、地下の連続壁は作れる。
- ・ 普天間では雨水の地下浸透を考えて緑地の計画を進めているが、地下水脈（鍾乳洞）の上を緑地にして雨水を浸透させることの是非について伺いたい。
- ⇒ 鍾乳洞を流れる水は川の水と同じで、地下水位等とは関係ない。地下水は面で流れるので、雨水を鍾乳洞に流れるようなことはさせないで、跡地全体でゆっくり浸透させないと石灰岩のなかに貯留しない。
- ・ 跡地利用計画の中で、幹線道路として南北に中部縦貫道路、東西に宜野湾横断道路を計画しているが、一部トンネルや掘割を検討している。地下水への影響や注意すべき点はないか。
- ⇒ 地下水が流れるような仕組みを作らないといけない。似たようなところでは新石垣空港が滑走路の下を流れるような仕組みを行っている。迂回させるような形で設計は出来るが、できればやらない方が良いが、地下水面をブロックしないような形でやれば問題はない。
- ・ 道路やトンネルで地下水を全部ストップさせるようなことにはならないだろう。ちゃんと流れる仕組みを作ればよい。

4) 関連資料

日本都市計画学会九州支部 20 周年記念事業 沖縄会場 2012.9.22(土)13:00-16:30
米軍普天間飛行場跡地利用における水と緑のネットワークの再生をめぐる論点と課題

5 校中 1 校目

那覇新都心開発地域の地下水保全対策の検討事例

A case study of groundwater conservation measures in the Naha New Urban Development Project Area

黒田登美雄¹⁾・古川博恭²⁾・新田進³⁾
Tomio Kuroda¹⁾・Hiroyasu Furukawa²⁾ and Susumu Nitta³⁾

The Naha new urban development project aims to redevelop an area of 214 ha which was once occupied by U.S. Army and used for housing for soldiers and their families. The project began in 1989 by the plan of approximately 15 years. According to the preliminary field study, it is revealed that approximately 240 wells exist around development area of Ameku in Naha City and are used. These are used as industry and business water supply (approximately 15) such as business establishments and in addition to general daily life water widely, and the quantity of annual total use is approximately 390,000m³. However, the influence on wells such as the groundwater recharge decreasing because the green tracts of land and penetration zones decreased under the influence of urbanization with the development was concerned about.

The project area is mainly composed of the Ryukyu Limestone and the mudstone of the Shimajiri Group. The Ryukyu Limestone covers the mudstone of the Shimajiri Group and it becomes a good aquifer because permeability and porosity are relatively high. On the other hand, both porosity and hydraulic conductivity are extremely low, and the mudstone of the Shimajiri Group becomes the good impermeable base. As for each geologic distribution ratio, it is with 46.0% of the mudstone of the Shimajiri Group, the Ryukyu Limestone 26.1%, the embankments on the ground 12.4%, the reddish brown surface soils called "Shimajiri merge" 7.3% and the alluvial beds 8.2%.

After having flowed down along the topography, in the area where rainfall in the Ryukyu Limestone distribution area penetrated as for this local groundwater, and the groundwater flows down along the top surface of the mudstone of the Shimajiri Group, and one, Shimajiri mudstone are exposed on the surface of the earth, as for most of the rainfall, it is thought that it penetrates from the Ryukyu Limestone distribution area and converts it to groundwater.

Therefore geological feature drilling investigations, in-situ permeability and water intake tests, long-term observations of groundwater level fluctuations, observations of the surface water runoff and a well distribution confirmation investigation were carried out to clarify the underground hydrogeologic structure and the water balance of the groundwater basin in this area.

Because generally actual survey was difficult, like inspection of the Shuri area in the Naha-City, we roughly estimated it by ratio E/Ep demanded from experience by Kaneko (1973) and we fixed it as approximately 45% of precipitation and examined the quantity of evapotranspiration. Observations data from August, 1992 to July, 1993 were used for water balance analysis. By the water balance analysis in the period, the following facts became clear, and, as for the surface water runoff of the present situation, it was with 403.5mm (21.6%), the groundwater recharge 625.8mm (33.4%), the evapotranspiration quantity 841.5mm (45.0%) for precipitation 1,871mm during a period.

When roads or artificial buildings are constructed with urban development, influence such as quantity of groundwater recharge decreasing was expected. Therefore we carried out computer simulation for water balance analysis after the urban development, and, as a result, for precipitation 1,871mm during a period, as for the surface water runoff, 775.4mm (41.5%), the groundwater recharge became 254.1mm (13.6%) respectively.

In addition, we examined it even if accompanied when we took measures such as constructing the retention penetration facilities to make up for the groundwater recharge deficit. As a result, for precipitation 1,871mm during a period, the surface runoff decreased to 646.8mm (34.6%), and the groundwater recharge was improved to 254.1mm (20.5%) respectively.

The recharge rate for annual average precipitation 2,000mm was 33.4% before development, and, as for the recharge quantity, it became about 1,320,000m³ (present situation to be 100%) when we calculated groundwater recharge in this area before the development. On the other hand, when urban development is carried out without measures construction, as for the recharge rate, the recharge quantity decreases to 430,000m³ (32.5%) in 13.6% for annual average precipitation 2,000mm, and, as for the recharge rate, it is with 20.5% when we construct measures, and the recharge quantity is improved to 650,000m³ (49%).

Key word: urban development, groundwater, industry water, business water, daily life water, precipitation, evapotranspiration, groundwater recharge, aquifer, hydraulic conductivity, porosity, impermeable base, water balance, water runoff

はじめに

那覇新都心開発整備事業は1989年(平成元年)から約15年間の計画で、米軍住宅跡地の再開発を目的として始まった。那覇市天久の開発域周辺には、約240の井戸が存在し

利用されていることが事前調査で明らかになった。これらは、一般家庭の生活用水の他に、事業所等の工業・営業用水(約15件)として広く利用され、年間総利用水量は約39万m³である。ところが、開発に伴う市街化の影響で緑

地や浸透域が減少するため、地下水へのかん養量が減少するなどの、井戸への影響が懸念された。

開発予定地造成工事のための地質調査と並行して地下水関連調査を 1989 年（平成元年）からスタートさせ、地表踏査、井戸分布確認調査、ボーリング地質調査、原位置透水試験及び浸透能試験、地下水位観測、地表流量観測及び地下水水質分析等が行われている。

1992 年（平成 4 年）からは、現地調査及び観測データに基づき水理地質構造と本地域における小収文セブールの検討を開始した。ここでは、都市開発に伴う造成工事と市街化の進展によって、地表を覆う道路及びビル等の人工構造物により影響を受ける地下水かん養機構とその保全対策について行った検討事例について紹介する。

地形・地質

那覇新都心開発地域は米軍住宅跡地で、那覇市の北西部に位置し、北側を安謝川、南側を安里川、東側を国道 330 号線、西側を国道 58 号線により囲まれている。本地域の地形は標高 30～40m の台地伏平坦面と、安謝川及び旧海岸線に沿って分布する標高 10m 以下の低地に区分できる。台地の平坦面は、琉球石灰岩のかつての堆積面に相当し、その後の地殻変動による隆起浸食作用により形成されたと考えられる。一方、低地部は海岸線に沿って発達した沖積低地である。安謝川の支流である銘苅川は、東～南東から北西へ流下している。銘苅川がつくる谷は北西～南東方向の断層に沿って発達していることが島尻層群上面構造から推定

されている（高里ら，1989）。図 1 には那覇新都心開発地域の地質図（左）と那覇市水理地質図（右）を示す。

那覇市一帯の地質は、高里ら（1989）によると下位から新第三紀島尻層群、第四紀更新世琉球石灰岩、さらに最上位の第四紀完新世沖積層ならびに現世サンゴ堆積物に分類される。沖積層と現世サンゴ堆積物は、那覇市の河川沿いや海岸に沿う地域にしか分布しない。那覇市北西部に位置する那覇新都心開発地域は、島尻層群泥岩の上位に琉球石灰岩が不整合に重なり、沖縄本島中南部にみられる典型的な台地を形成する。本地域の地質は、泥岩主体の島尻層群とそれを覆う琉球石灰岩、石灰岩などの風化生成物と考えられる島尻マージ及び沖積層からなる。島尻層群泥岩の透水係数及び空隙率の値は極めて小さいため、水理地質的に

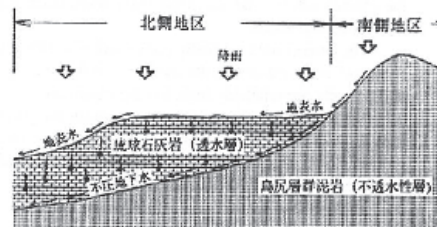


図 2 水理地質構造と降水流出模式図

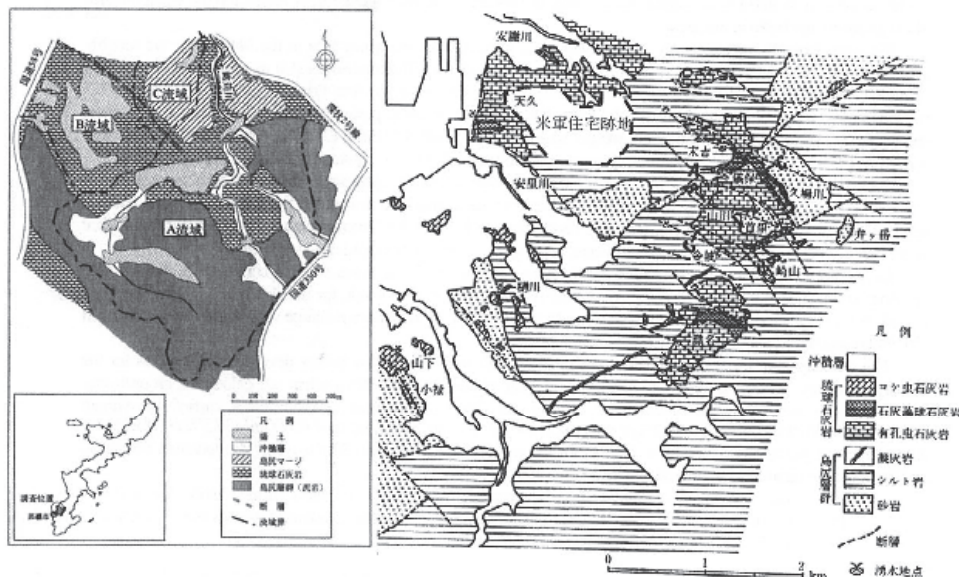


図 1 那覇新都心開発地域の地質図（左）と那覇市水理地質図（右）高里ら（1989）を改変

は不透水層を形成する。一方、その上位の琉球石灰岩は、空隙率及び透水係数の値が大きいため地下水賦存層としての帯水層を構成する。

調査結果の概要

(1) 水理地質構造

那覇新都心開発地域の表層地質は、図1に示すとおり、不透水基盤となる島尻泥岩層とそれを覆う帯水層としての琉球石灰岩で特徴づけられている。地表面の各地質の分布比率は、島尻泥岩 46.0%、琉球石灰岩 26.1%、盛り土 12.4%、島尻マーヅ 7.3%及び沖積層 8.2%となっている。本地域における模式的な水理地質構造としては、図2に示すとおりである。本地域の地下水は、その大半が北側地区の琉球石灰岩分布域での降水が浸透したものからなり、地下水となった後は島尻泥岩層の上面に沿って流下する。一方、南側地区における島尻泥岩が地表に露出する地域の降水は、地形に沿って流下した後、琉球石灰岩分布域から浸透して地下水に転化することが考えられる。

(2) 地下水の流域区分

地質調査及び地質ボーリング調査の結果を総合すると、本地域における地下水盆地は不透水基盤である島尻泥岩の上面構造から判断して、図1の那覇新都心開発地域の地質図(左)に示したとおり、A流域、B流域及びC流域の3つに区分することができる。これら3つの流域では、A流域の面積が1.62km²と最も広くて全体の75.8%を占める。B及びC流域の面積は、それぞれ0.4km²(17.8%)及び0.1km²(6.8%)を占めている。

(3) 地下水位観測

地下水位観測は、1992年(平成4年度)までに設置された本調査地内外の10孔を対象とし、自記水位計による連続観測として行われた。図3には、A流域における代表的な地下水位観測孔における1992年8月～1994年1月における地下水位変動状況を示す。本地域内に設けられた観測孔の地下水位は、いずれも降雨によく応答した変動パターンを示すことが確認できた。地下水位は、8～10月に高く、12～4月までは低くなる季節的変動を示している。

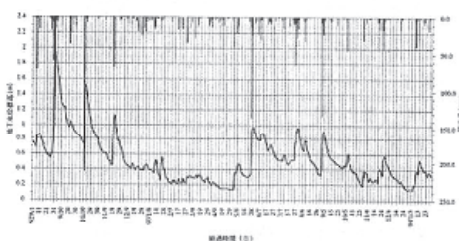


図3 A流域内の地下水位観測孔における地下水位変動状況

(4) 銘苅川の流量観測

本調査域内を流れる銘苅川の流量観測は、最下流域において四角堰を設けて連続観測を行った。図4には1992年(平

成4年)10月～1994年1月までの流量変動状況を示す。銘苅川の流量変動状況は、降雨に対してよく応答し、その応答速度が速いことを示している。降雨のない低水位時においても0.5～1.0m³/分程度の基底流量を示すが、しかし、その多くは本調査域外からの生活排水(下水)の流入であることが確認された。

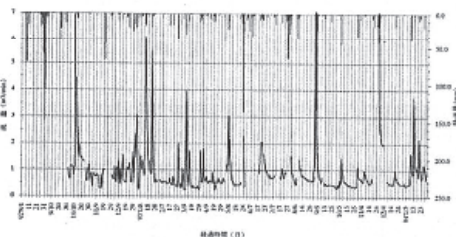


図4 銘苅川最下流域における流量変動状況図

(5) 表層地盤の浸透能力

盛り土、島尻マーヅ及び琉球石灰岩の浸透能力は、原位置浸透能試験及び室内試験(pF試験)を行い決定した。測定結果は表1に示すとおりである。最も浸透能力が高い値を示したのは琉球石灰岩で、 1.30×10^{-2} cm/secで、次に盛り土 5.92×10^{-4} cm/sec、島尻マーヅ 2.12×10^{-5} cm/secの順となった。

表1 表層地盤の浸透能力

地 質	透 水 係 数			非浸透域 (km ²)	浸透域 (km ²)	合 計 (km ²)	浸透域の等 価浸透係数 (mm/日)
	初 期 値		検定後				
	(cm/秒)	(mm/日)					
盛 土	5.92E-04	511	85	0	0.262	0.262	10.5
島尻マーヅ	2.12E-05	18	18	0	0.153	0.153	1.3
琉球石灰岩	1.30E-02	11232	1650	0	0.550	0.550	430.7
沖積層	(1.18E-05)	(10)	10	0	0.172	0.172	0.8
島尻層群泥岩	1.00E-07	0	0	0.970	0	0.970	0
合 計	-	-	-	0.970	1.137	2.107	463.3

*() は推定値

*() は推定値

pF試験より求める吸引圧一含水率特性から、各表層地盤の空隙率は、琉球石灰岩(粒度調整試料)12.9%、盛り土10.3%及び島尻マーヅで3.2%となった。

(6) 既設井戸の分布調査

那覇新都心開発地域の下流域には、約240の既設井戸が広い範囲にわたって分布していることがわかった。聞き取り調査の結果、これら井戸は家庭の生活用水の他に、事業所等の工業・営業用水(約15件)として広く利用されており、年間総利用水量は約39万m³に達することが明らかになった。そして、これら井戸から汲み上げて利用する水源は、開発地域内に分布する琉球石灰岩中の地下水にあることがわかっている。

水収支解析

ある地下水盆地における地下水かん養量の評価には、一般に貯留モデルが使用される。このモデルは、タンクモデルとも呼ばれ、帯水層をタンクとみなし、そのタンクがもつ

貯留率の妥当性を地下水位（地下水位）の時系列観測値により検証できることがこのモデルの特徴である。タンクモデルでは降水を入力パラメータとして与え、蒸発散、地表流出、地下水かん養に関する水文量を時系列的にコンピュータを使用して構造解析することができる（詳細については Furukawa and Kuroda, 2011 参照）。

図 5 には、A 流域における地下水位変動に対して地下水かん養にかんする降雨データ、空隙率、透水係数等を与えて、コンピュータを使用したくり返し計算により、地下水位変動を予測した結果を示す。

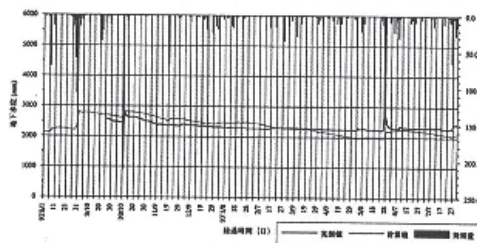


図 5 A 流域における実測地下水位変動と計算による地下水位変動予測

降雨に対する実測した地下水位変動と、モデル計算により求めた地下水位予測結果とをマッチングさせることにより、モデル計算で使用する水理定数（透水係数、空隙率など）の妥当性について評価することができる。図 5 において、実測した地下水位変動に対して、モデル計算による地下水位変動予測をより正確にマッチングさせるためには、正確な帯水層の分布状況、帯水層の透水係数・空隙率ならびに帯水層を取り囲む各地層のより正確な地質構造と水理定数を知ることが求められる。

そこで、本地域における地下水盆地の水理地質構造と水収支を明らかにするため、地質ボーリング調査、現場透水試験、地下水位観測、地表水流量観測及び井戸分布確認調査などが実施された。水収支解析には 1992 年（平成 4 年）8 月から 1993 年 7 月までの観測データが使用された。蒸発散量については、実測が難しいため、那覇市首里儀保と同様に、金子（1973）により経験的に求められた蒸発量と蒸発散量の比率（ E/E_p ）により概算し、約 45% として固定し検討を行った。その期間における水収支解析の結果、つぎのことがわかった。降水量 1,871mm に対して、現況の地表流出量は 403.5mm (21.6%)、地下水流出（かん養）量 625.8mm (33.4%)、蒸発散量 841.5mm (45.0%) となった。

米軍住宅跡地を造成し、道路をはじめ公共施設等の建造物を建設するためには、切り土・盛り土等の土木建築工事が必要となる。ところが、注意して造成工事を施工したとしても、市街化が進展すると、高里ら（1989）による那覇市首里儀保周辺で観察されるような地下水かん養機構が改変されることが予見できた。

そこで、無秩序に市街化が進む場合を想定して水収支シ

ミュレーションを実施した。その結果、地表流出量は降水量 1,871mm に対して 775.4mm (41.5%)、地下水流出（かん養）量は 254.1mm (13.6%) となることが明らかとなった。

地下水かん養対策

米軍住宅跡地を再開発するためには造成工事が必要となる。造成工事に伴う切り土・盛り土工事によっても、地下水かん養は何らかの影響を受ける。さらに、市街化の進展によって、地表を覆う道路及びビル等の人工構造物が増加し、その影響に相乗効果がみられ地下水かん養量が大幅に減少することが予測できる。このような開発による地下水かん養量の減少は、開発地域下流域に分布する井戸に影響を与える可能性が大きい。

そのため、市街化によって地下水が受ける影響を最小限に抑えるためには、不足する地下水かん養量を補うための貯留浸透施設を設置するなどの地下水保全対策の検討が必要となる。

(1) 貯留浸透施設設置場所

貯留浸透施設は、地盤の浸透能力の大きな地質を選択して設置する必要がある。表 2 には浸透トレンチ及び透水性舗装による各地質毎の浸透量について示す。前述した表層地盤の浸透能力に関する調査ならびにその試験結果に基づき、浸透能力を地質別に評価すると、琉球石灰岩、同岩主体の盛り土及び琉球石灰岩・島尻マージ混合盛り土の順で浸透能力を持つことがわかる。これら 3 種の地質の内、より浸透能力の大きい地質が分布する地域を選んで貯留浸透施設を設置することが効果的であることがわかる。

表 2 トレンチ及び透水性舗装による浸透量

トレンチ（幅 1m × 水深 1m × 延長 1m 当り）

地 質 別	浸透量（% / 分）
盛土層	
島尻マージ主体	0.284
琉球石灰岩主体	1.914
島尻泥岩主体	0.007
琉球石灰岩主体 + 島尻マージ	0.363
琉球石灰岩 + 島尻泥岩	0.017
島尻マージ主体	0.060
琉球石灰岩	5.745

透水性舗装（1m² 当り）

地 質 別	浸透量（% / 分）
盛土層	
島尻マージ主体	0.059
琉球石灰岩主体	0.399
島尻泥岩主体	0.001
琉球石灰岩主体 + 島尻マージ	0.069
琉球石灰岩 + 島尻泥岩	0.003
島尻マージ主体	0.013
琉球石灰岩	1.146

* 浸透総量 = 浸透量 × 降雨継続時間（+ 貯留量）となる

* 透水性舗装の浸透量は目詰まり等による影響を考慮して上の浸透量に安全率を乗じる必要がある

図 1 に示した開発地域の地質図 (左) によると、効果的な地質は B 及び C 流域に広く分布し、A 流域では少ないことがわかる。

(2) 貯留浸透施設とその効果

前述した地質区分と土地利用の関係から、導入した貯留浸透施設としては、歩道の透水性舗装、貯留浸透型側溝及び砕石空隙貯留が最終的に決まった。表 3 には貯留浸透施設の導入ケースについて示す。

表 3 には、本地域に設置可能な貯留浸透施設の導入例を実施する事業主別にまとめた。表の中で効果的かつ実現が可能なケース 3 について、その予測計算を行っている。

ケース 3 による地下水かん養不足分を補うための貯留浸透施設を設置するなどの対策を講じた場合についての結果によると、同様に降水量 1,871mm に対して表面流出量は、646.8mm (34.6%) に減少し、地下水流出 (かん養) 量は 254.1mm (20.5%) に改善された。

表 3 貯留浸透施設の導入ケース

ケース	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5
事業主	地域自治体 (区画整理事業)	地域自治体 (区画整理事業)	地域自治体 + 郡市 + 郡市	地域自治体 + 郡市 + 郡市 + 市町村	地域自治体 + 郡市 + 郡市 + 市町村 + 一般
導入施設	透水性舗装 浸透性側溝 浸透ます	透水性舗装 浸透性側溝 浸透ます	透水性舗装 浸透性側溝 浸透ます	透水性舗装 浸透性側溝 浸透ます	透水性舗装 浸透性側溝 浸透ます
土地利用	歩道・歩道	歩道・歩道	歩道・歩道	歩道・歩道	歩道・歩道
総合公園	○	○	○	○	○
その他公園	○	○	○	○	○
学 校	○	○	○	○	○
一般住宅	○	○	○	○	○

* ケース 1 以外の浸透性側溝は貯留型を設置。
* ケース 5 の浸透ますは 1 個 / 戸を設置。



図 6 現況の土地利用と地質分布

おわりに

開発前の本地域における地下水かん養量を年平均降水量 2,000mm として計算すると、表 4 に示すとおり開発前の更地では、かん養量は約 1,320,000m³ (100%) となった。そして、造成工事の後では約 1,065,000m³ (81%) となり約 20% 減少する。ところが、なるに任せた状態で市街化が進捗すると、地下水かん養量は 430,000m³ (32.5%) にまで減少し、1970 年代の年間地下水使用量 30 万 m³ に近づくことが明らかとなった。一方、貯留浸透施設の設置等の対策を講じた場合、かん養率は 20.5% となり 650,000m³ (49%) までに改善されることがわかった。

表 4 都市開発に伴う地下水浸透量の変化

	現 況		造成後		市街化後		対策後	
	かん養量(m³)	比 率	かん養量(m³)	比 率	かん養量(m³)	比 率	かん養量(m³)	比 率
A更地	848,733	100%	600,507	70.7%	285,831	31.3%	293,053	34.5%
B更地	353,343	100%	331,485	93.8%	120,372	34.1%	296,460	72.6%
C更地	115,468	100%	133,238	115.4%	44,187	38.3%	98,533	85.3%
合 計	1,318,559	100%	1,065,235	80.8%	430,190	32.6%	648,046	49.2%

最後に、図 6 には、図 1 に示した地質区分図の上に現在の住宅地等の土地利用図を重ね合わせたものを示す。浸透能が高い地質である琉球石灰岩が分布する地域は、一般住宅がかなりの面積を占め、学校、公園等の公共施設の占める比率が減少していることがわかる。この図は、市街化後の土地利用と地質の分布を示すもので、図 1 に示した開発前のものとは、多少異なっていることを付け加えておく。

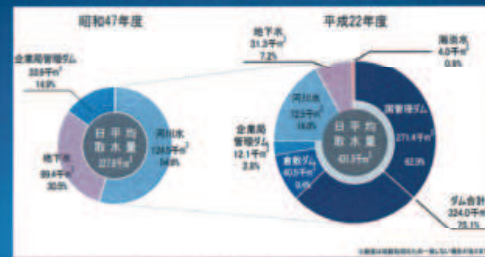
参考文献

- Furukawa, H. and Kuroda, T. (2011) The Underground Dam, 768p., Kaichosha.
- 金子良 (1973) 農業水文学, 共立出版, 289p.
- 地域振興整備公団 (1990) 那覇新都心地質調査業務報告書
- 地域振興整備公団 (1991) 那覇新都心地下水調査報告書
- 地域振興整備公団 (1992) 那覇新都心地下水涵養調査 (その 1) 報告書
- 地域振興整備公団 (1993) 那覇新都心地下水涵養調査 (その 2) 報告書
- 地域振興整備公団 (1994) 那覇新都心地下水涵養調査 (その 3) 報告書
- 高里良政・古川博泰・黒田登美雄 (1989) 人工構造物による琉球石灰岩地域の地下水収支の変化ー那覇市首里の琉球石灰岩ブロックを例としてー, 琉球大学理学部紀要 (47), p. 159-177.
- 米城才文・斎藤研 (1995) 水循環モデルを用いた那覇新都心開発地域の地下水保全対策の検討, こうえいフォーラム第 4 号, p. 11-17., 日本工営株式会社

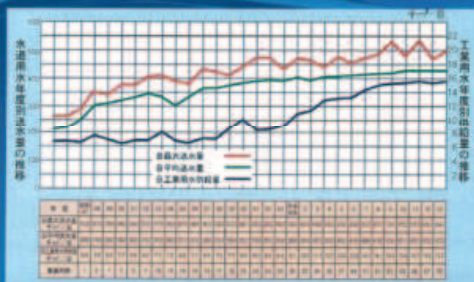
沖縄本島における水資源の現状

その開発の可能性について

沖縄本島の水需給の現状



昭和47年度と平成22年度における日平均給水量内訳
(出典: 沖縄県統計年鑑、企業局概要)



県企業局は現在、沖縄本島北部の比較的水源に恵まれた国頭村、大宜味村、東村、宜野座村を除く本島29市町村と伊江村に1日当たり約44万m³の水を供給している。

沖縄本島の水需給の現状

沖縄県企業局のホームページによると、沖縄本島北部の比較的水源に恵まれた国頭村、大宜味村、東村、宜野座村を除く本島29市町村と伊江村に1日当たり平均約431.9千m³/日(2010年)の水を供給している。

日平均給水量: 431.9千m³ 日最大給水量: >500千m³
年間給水量: 約172,760千m³ (431.9千m³×400)
年間約172,760千m³の水資源を得るための土地の面積
年間降水量: 2000mm, 蒸発散量50%として計算する。

面積: 172.8km² (1km²×1m=1,000千m³)



沖縄本島におけるダムの位置と森林分布域

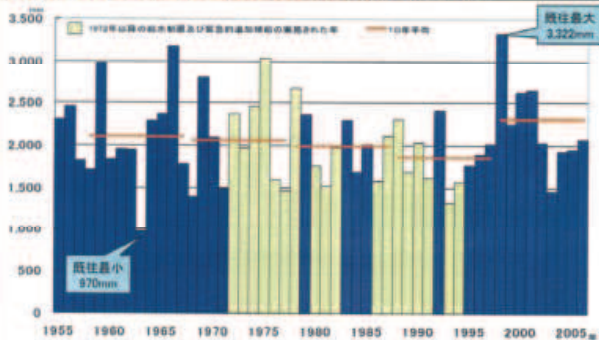
沖縄本島における森とダムと基地



森林がある場所にダムと米軍基地がある。基地のある場所は、幸か不幸か開発されていない自然が残されていることも事実。

沖縄県の年間降水量 (S30~H19) (那覇)

年間降水量でみると、沖縄ではS38(1963年)に既往最小の降雨を経験している。
10年平均でみると、直近10年は過去のいずれの10年平均より高い。



注 気象庁気象研究所「都市気候」のデータに基づき、県民利用の工業用地を調査するより取扱い、水資源利用として限定的に供給する程度
出典 県民利用の工業用地を調査するより取扱い、水資源利用として限定的に供給する程度

利用可能なやんばるの森の面積

水資源として利用できるやんばるの森の面積の推定は、人によって異なる。

今仮にその面積を500km²と仮定すると、水資源確保のためにその森の面積の約34.5%(172.8/500)を使用することになる。これは、見方を変え、やんばるの森にもたらされる水資源のうち、約34.5%を全て県企業局で消費していることになる。

つぎに、水資源として利用可能な比率はどれくらいか？

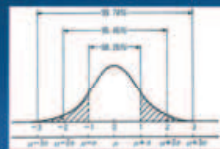
確率雨量について

われわれが利用できる水資源は、その地域に降る雨の降水量によって決まる。降水量は多い年もあるし、また少ない年もあり、一般にバラツキがある。

そのため、水資源利用計画立案に際しては確率雨量が導入されている。

ある地域の年間降水量を度数分布図としてプロットすると、正規分布曲線が得られる。自然界においては、年間降水量などは長い期間にわたって観測すると正規分布すると考えられている。

確率雨量と正規分布



横軸に年間降水量、縦軸にはその降水量の頻度をプロット

ただし、横軸の年間降水量は、平均 $\mu=0$ 、分散 $\sigma^2=1$ として基準化 ($z=(x-\mu)/\sigma$)

年間降水量の分布図

- ・平均値から $\pm\sigma$ の範囲内にある変数の度数は全体の度数の約68.26%
- ・平均値から $\pm2\sigma$ の範囲内にある変数の度数は全体の度数の約95.46%
- ・平均値から $\pm3\sigma$ の範囲内にある変数の度数は全体の度数の約99.74%

年間平均降水量とは、ことわり書きがない場合、10年間の平均値が普通で、1標準偏差(1σ)内にある。このことは、上図で示す降水量において、水資源として使用する量が68.26%以内であれば、経験的に10年間に1回に水不足をはじめとした影響を受けることはない。逆に、その使用量(非斜線部の面積)が68.26%以上で、斜線部にプロットすると10年以内に水不足等による影響を受けることを示している。

水需要をやんばるの森(500km²)のみに頼れるか？

先の例では、沖縄県企業局はやんばるの森500km²の内、年間約1億7570万m³の水資源を確保するため175.7km²の面積を利用していると述べた。年間降水量分布図に置き換えて考えると、取水によって環境等に影響のない持続可能な水資源量というのは斜線部の面積と考えることができる。ところが、現在取水している水資源量は34.5%(172.8km²/500km²)に相当し、すでに1σの範囲である31.74%を超えて、持続可能な状態にあるとはいえない。このことは、平成22年度における県企業局が日平均約431,900m³の水を供給している中で、すでに不足分として海水を淡水化したものが約4.0km³/日(0.9%)含まれていることから明らかである。

■ 普天間飛行場跡地における『原風景』の再生

1) 日時・場所

- 開催日時： 平成25年1月23日(水) 13:30 ~ 14:30
- 開催場所： 琉球大学法文学部 高良研究室

2) 出席者(敬称略)

- 琉球大学法文学部国際言語文化学科教授 : 高良倉吉
- 沖縄県 企画部企画調整課 : 下地正之、塩川浩志
- 宜野湾市 基地政策部基地跡地対策課 : 田場盛茂、仲村等、渡嘉敷真
- 宜野湾市 教育委員会教育部 文化課 : 呉屋義勝、森田直哉
- (一財)都市みらい推進機構 : 高田和彦
- 玉野総合コンサルタント(株) : 水野清広、笹本雅也
- (株)群計画 : 大門達也

3) 意見交換の内容

① 跡地・公園の位置づけについて

- ・ 普天間の跡地利用は、沖縄のおへそだと思っている。跡地利用をどのようにしていくかは、宜野湾市だけで無く沖縄県全体にとっての大きな課題だと思う。
- ・ 二つの論点があり、基地になる以前の集落や農地、王国時代の基幹道路や並松街道など、この場所に限定したテーマもあるが、もう一つは沖縄県全体を主導するテーマも考えていくべき。
- ・ 旧新城集落の出身だった佐喜眞 興英という人物が描いたシマの話という本の中で、新城の話が描かれている。集落はかつてシマと呼ばれていた生活単位であった。本の中で紹介されている湧水があり、今でも残っている。飛行場に変えられてしまったが、地元にはいくつか残っている。どのように使うかは大事だが、大事にしながらも全県やアジアを視野に入れたテーマがあっていいと思う。

② 原風景の考え方について

- ・ かつて住んでいた方々のノスタルジーだけで考えるわけではなく、沖縄県全体や国内、アジア太平洋の中であって、どんなことを将来に発信していくかという大きなテーマが重なり合っているのではないかと個人的には考えている。
- ・ 海浜に近い集落と、高台である集落等は違うが、基本的に大事なことは18世紀以降琉球王国時代に集落は計画的に作られている、風水説を基本にし、当時中国から学び、琉球の風土・治世にアレンジしたものがはやった。これを現代版にアレンジし、これからの時代の伝統を踏まえた新しい集落、あるいは人々の、跡地利用する上での新しい計画というのは何なのかというのを考えるべきではないかと抽象的にだが考えている。
- ・ 並松街道は、古写真も残っておりどのような道路か分かっている。普天満宮への参詣をする道路であり、首里城から王が参詣するときの普天満宮にゴザを敷いて祈りをするような会場のディスプレイの様な資料もある。また、鹿児島と那覇を行き来している鹿児島の船乗りたちも航海安全のために那覇から歩いてきて祈願した場所である。並松街道は宜野湾間切りだけの道路ではなく全琉球的な道路だった。宿道よりグレードの高い整備が行われていた。

これらの背景があり、景観的にも意味づけが分かりやすい。

- ・ 伝統的風景を作っている大事な３つのカテゴリーがある。海の方から島を守るための浜抱護（防潮林）を作る。シマの中に入ると集落全体を囲っている村抱護、村の中に入っていくと各屋敷をかこっている屋敷抱護という３つの抱護を重ね合わせることで沖縄の伝統的な集落が出来ておりそれが景観として発揮されていると説明している。
- ・ 沖縄が基地負担し苦しんできた歴史がある。だからこそ伝統を踏まえて新しい広い世界に発信できるような、伝統的だが、新しさ・未来を感じさせるような新しいまちづくりやむらづくりがあってもいいと思う。伝統を分析したうえで未来へ発信するコンセプトは何か、それが普天間には必要。
- ・ 具体的にどうすればよいのかは分からないが、答えは伝統の中にあると思う。伝統的なものにアレンジを加えることが必要。単純に赤瓦ということではないと思う。また石垣で屋敷囲いをするということでもない。どういう工夫が必要なのかというのがある様な気がする。
- ・ これまでの跡地利用とは違うものをどうやって作るかということ。21世紀ビジョンに掲げているようにアジアの人がもっと頻繁に来て、沖縄の海岸で中国人が泳いだりというのが普通になる。そこにつながっていくような沖縄の新しいイメージが普天間でつくれたら良い。
- ・ 宜野湾にはコンベンションエリアがありターム栽培もあり、とても面白い要素がある。高台の普天間、おりて行ったターム、海岸沿いのコンベンションエリアとビーチ、連続性のある景観をどうやって作っていくか。
- ・ 首里城の書院・鎖之間に庭園があるが、復元の際に当時使われていた芝の種類について議論になった。当時の沖縄の芝は何なのか、農学部で芝や雑草の研究をしている専門家に確かめると、在来の芝が与那国島の一部に残っていた。これを与那国の人の理解を得て取ってきて首里城に張った。
- ・ 伝統的なものを構成している素材は何なのかを検討する必要がある。伝統を形成しているパーツ・素材を整理したほうがいいのではないかなと思う。
- ・ 宜野湾の村落に住んでいる人たちが、記憶の中でかつての村落を形成していた要素とはなんなのかも確認したい。それは屋根がどうかということだけではなく、あたいぐわーに生えていた植物は何だったのかということまで調べ、それをアレンジして組み立て直しかつての伝統的な村落を再生するという考え方もあるし、これからの新しい時代へ発信していくためにはどういう新しいパーツを入れていくかの検討材料になる。
- ・ 普天間の松並木も普天満宮も計画的に作られている。偶然に出来たものではない。個々の屋敷についてもそうで、風向きや台風の風がどこに抜けていくのかを考えながら屋敷の向きを考えている。顕在化させてわかるようなものが有ってもいいと思う。
- ・ 赤瓦がある竹富島の様な世界はだれでも描くがイメージすぎる。屋根は瓦か茅葺かという話ではなくて、どういう屋根が相応しいか。公益施設についてはどういうコンセプトにするか。伝統を感じさせながらも新しい街が出来ているという風にしたい方が面白いのではないかな。
- ・ 伝統を加味し素材を集めて整理し、そこから浮かび上がってくるキーワードは何かを検討してもいい。
- ・ コンクリート屋の花ブロックも素材だと思っている。伝統というのは100年以前だけではない。明治大正昭和も含めて伝統を作っている。
- ・ 沖縄の島々を回って伝統性を感じさせるのは渡名喜島であった。かつての沖縄の伝統的なたたずまいが残っている。集落、道路、屋敷囲い。台風で相当雨が降って水没した時に、リニューアルして宿泊施設にした。夜は集落のメイン道路に低いライトを置いて集落道が浮か

び上がるようにライトアップしている。そのまま普天間に作る必要はないが、あれが懐かしい昔のノスタルジーになるような風景を作っている。

③ 国営公園の位置づけについて

- ・ 沖縄記念公園は数年後には県に移管されると聞いている。また、国営公園にするためには相当明確な理由が必要。首里城の国営公園化には政治的な動きがあった。政府の中央官庁は1つの県に2つの国営公園を作るわけにはいかないと抵抗があった。看板を1つにして国営沖縄記念公園として海洋博地区と首里城地区に分けることで事業が実施された。
- ・ 公園整備で一番大切なことは、その公園がどれくらい活用されるかである。活用されないと管理運営が非常に大変。多彩な利用がされていて、いつでも人がいる。そうすると市民が管理運営を行ってくれる。利用の高度化をいかに図るかである。新都心の安謝に住んでいるが、新都心公園は非常に良く利用されている。周りにマンションがあり、都心の真ん中にあるので安全。心置きなく公園を活用できる。普天間でもどんな人たちが利用してどんな機能を張り付けて、活用されているかが大切。

④ 跡地利用のテーマ・場の演出について

- ・ 具体的にはいろいろなメニューがあると思うが、場そのものをどう演出するか。目で見て感じるようなゾーニングに分けられているのか。ここから新しい世界が始まっているという演出をするのか。イメージとして幅のあるフクギで完全に囲まれ、車や人が入ってくる出口がある。行き来はするがフクギで囲まれた世界が横たわっており、高度医療関係の施設などの機能がその中にある。村を作るといった時に昔のようなたとえば字宜野湾の規模に村を考えるのではなく、普天間基地を跡地利用してこんな新しい場を作り、これからのための様々な機能が張り付く。そこを利用するのは宜野湾市民だけではなく、県内だけではなくアジア、その人たちのアクティビティが基地のあった場所で展開していく。21世紀につながる巨大な村ができる。その村を場と置き換えてもいい。
- ・ 21世紀ビジョンの議論に参加したが、平和の拠点としたときに戦争か平和かという二項対立を考えたのではなく、基地として使われていた場所に地元の市民やみんなが活用できるようなことが平和の状態と考え、それをシンボリックに表現した。いろいろな人たちがこの場に関わって仕事をしたり生活したり交流したりする拠点性が出来ていくことが、ここにとっては平和だろうと考えて議論に参加していた。
- ・ 場の演出をどうするか、その中に伝統性をいかにベースに張り巡らせるか、そこに違和感なく新しいことを埋め込んでいくか。

⑤ その他

- ・ 鍾乳洞があって地下水が流れている。その水をどうするか、豊富な水を地上に取り出して、どうすれば人々になじんでいただけるかの演出も必要だろう。21世紀のこの場所にふさわしい新しいカーを作ってみるとか。宜野湾市内にいくつものカーがあるのでそれを組み合わせて伝統を感じさせる新しいカーを作るという考えでも良いと思う。
- ・ 降った雨が地下にしみ込んでいき、地下水となって流れていく。水を守るために地表の計画をどうするか、このゾーンで使う水をどのように活用できるか。エコ等の新しいイメージの中で考えないといけない。

以上

■ 世界と将来を見据えた「普天間公園」等のあり方・イメージについて

1) 日時、場所

- 開催日時：平成 25 年 2 月 18 日（月） 13:10~15:00
- 開催場所：沖縄県庁 4 階第 1 会議室

2) 出席者（敬称略）

- （株）ウイン 代表取締役：稲田純一
- 沖縄県 企画部企画調整課：下地正之、塩川浩志
- 宜野湾市 基地政策部基地跡地対策課：仲村等、渡嘉敷真
- （財）都市みらい推進機構：高田和彦
- （株）日本都市総合研究所：村山文人
- （株）群計画：大門達也
- 玉野総合コンサルタント（株）：笹本雅也

3) 意見交換の内容

① 目標・戦略について

- ・ シンガポールのガーデンシティの事例と普天間公園との違いは、ガーデンシティは国家戦略として推進しているが、普天間公園は県レベルでの推進であり、戦略的な違いがある。
- ・ 普天間公園も沖縄の発展から国への発展に繋がるような、国も巻き込んだ大きな戦略を掲げてはどうか。
- ・ 日本の事業戦略はあらゆる全ての部門（様々な計画や分野）を盛り込んでバランスを取りながら展開していくケースが多く特化した戦略はあまり立てない傾向にある。シンガポールのガーデンシティが成功した一番の理由は、無駄なことはしなかったことであり、普天間も戦略を絞って取り組んではどうか。
- ・ 普天間は立地的に人が集まり難いと考えるため（美ら海水族館と比較し）、相当のことを行う必要がある。ただし環境的には優位性があるため、環境に特化したコンセプトを掲げ、日本国内で普天間にしか出来ない大きな目標を明確に持った戦略を立ててはどうか。

② 環境マネジメントについて

（別途「実施事例参考資料」にて、シンガポールと中国の緑と水のトータルネットワークシステムを紹介）

- ・ 日本は まちづくりを考える場合、「道路」（特に流通）を重視に組み立てていく性質があるが、「環境」が一番大切だと考える。
- ・ 特に普天間は「水」のあり方が重要となるため、排水処理も含めた「水のマネジメント」を行ってはどうか。シンガポールには、排水処理・再生処理から緑化に至るまで総合的に環境をマネジメントする PUB（シンガポール公益事業庁）という機関があり、一度視察に行くといい。

③ 計画策定の組織のあり方について

- ・ 普天間は教科書どおりに進めており、地権者、行政と個別の組織はあるが一括でコントロ

ールする核となる組織が無い。今後進めていく上でこのような組織が必要か。

⇒ 普天間は現在の進め方で問題ないとする。普天間は民地によって形成されていることから地権者の意向を踏まえながら段階を踏まえて進めていく方法は問題ないと思う。

⇒ ただ、県や市が中心となったソフトマネジメントできる組織が必要とする。

⇒ 事例として、ガーデンシティの場合は「ガーデンシティアクションシティ」という実行委員会のような組織がコントロールしている。各部門の専門家の集まりで、ある程度の権限も与えている。

④ 県民・市民・地権者への理解について

- ・ 普天間も標語（キーワード・コンセプト・キャッチフレーズ）を県民・市民・地権者と共につくってはどうか。
- ・ 日本は、対地権者の理解を得ながら積み上げてきた計画に縛られすぎで、結果的に時代に合わない計画を策定する場合がある。計画は絶えず成長・変化していくことをもっと地権者に理解させなければならない。

⑤ その他

- ・ 国内で小学校の校庭の芝生化の推進が行われているが、進んでいない状況がある。どのような問題があるか。
- ⇒ 維持・管理の問題が大きい。「芝生」でなく「草地」であれば維持管理の問題は解消されていくと考える。
- ⇒ イギリスの校庭は殆どが緑化しているが、景観・快適性ということだけでなく、「屋外の教室」として教育面などプラスの要素を加えて緑化を推進している。多様な要素を取り入れて余裕のある計画を立てることが必要。

以上

4) 関連資料

平成24年度「国土利用計画部地政課計画課」による調査報告書(2月18日)

実施事例参考資料

公園計画と自然緑地、緑地、道路及び道路緑地、河川、湖沼、海岸線などの緑と水とをトータルに結ぶネットワークシステムを、都市インフラと同時に計画し整備してゆくことを提案、アドバイス致します。

平成25年2月18日
WIN Landscape Planning & Design
堀田 純一

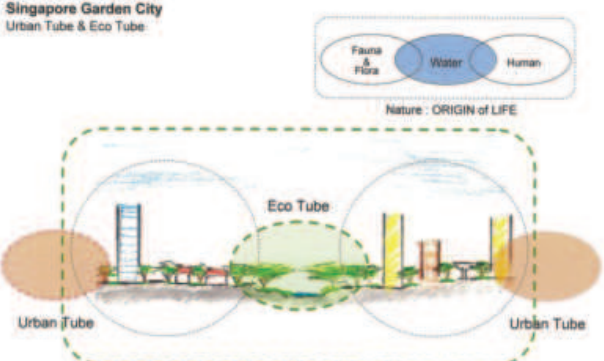
01

Singapore Garden City
Blue and Green Network System Concept by Junichi INADA 1987



WIN Landscape Planning & Design 02

Singapore Garden City
Urban Tube & Eco Tube



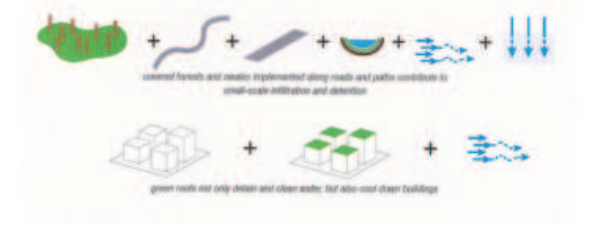
WIN Landscape Planning & Design 03

Singapore Garden City
Active Beautiful Clean Waters Programme in Singapore



04

Singapore Garden City
Active Beautiful Clean Waters Programme in Singapore



05

Singapore Garden City
Active Beautiful Clean Waters Programme in Singapore



06

3. 時系列の緑化と水系の創造

STEP01

緑化は、まず環境緑化重点地区からはじめ、できるだけ早い時点から緑を育み始めることが必要である。また、同時に生態園地地区の整備を行い、大きな都市の環境構造を構築していく。

STEP02

居住ゾーンとなるエリアの環境を整備し、より良い環境の中に建物を配置できるよう準備を行う。また同時に水の浄化をはじめとする運河緑地を整備し、より不動産価値の高い土地創造を行う。

STEP03

緑地景観地区のセンターモールの整備を行う。都市の緑、都市の水景の創出を行う。

STEP04

都市の点景となる緑や公共施設の水辺などの整備を行い、Green Necklaceで、それらをつなぎ、都市の骨格を作る。

STEP01



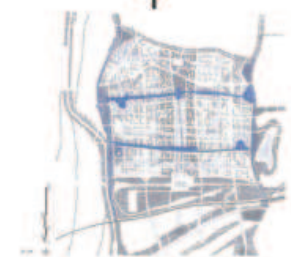
STEP02



STEP03



STEP04



■ 大規模基地返還跡地利用による新しい沖縄の実現、その中での普天間の役割

1) 日時、場所

- 開催日時：平成 25 年 2 月 18 日（月） 15:15～16:30
- 開催場所：沖縄県庁 4 階第 1 会議室

2) 出席者（敬称略）

- （株）ライトレール : 阿部等、佐々史人
- 沖縄県 企画部企画調整課 : 下地正之、塩川浩志
- 宜野湾市 基地政策部基地跡地対策課 : 田場盛茂、仲村等、渡嘉敷真
- （財）都市みらい推進機構 : 高田和彦
- （株）日本都市総合研究所 : 村山文人
- （株）群計画 : 大門達也
- 玉野総合コンサルタント（株） : 笹本雅也

3) 意見交換の内容

① 提案の概要説明

- ・コンペのお題になっていた 6 つの基地跡地に対し、北側の住居系 3 つは 1 つと数え、合計 4 つの新都市拠点を創ることとし、同時に、周辺の既成市街地の再生も考え、沖縄全体で連携して新しい沖縄を実現しようという提案とした。
- ・都市・交通・環境という 3 つのネットワークを提案した。4 つの新都市拠点を作った場合、物理的に距離があり、自動車交通だけに頼り渋滞の中を平均 10 数km/h で移動したのでは話にならない。連携するには、迅速にスムーズに移動できる交通体系を作ることが不可欠。
- ・環境ネットワークとは、恵まれた気候や旧来から残された自然や文化を活かしつつ、豊かな亜熱帯庭園都市を育むこと。

② 4 つの新都市拠点

- ・空港に近い那覇港湾施設は、沖縄ゲートシティとしてスポーツ・文化交流の拠点とし、緑豊かなウォーターフロントを開く。
- ・牧港補給地区は、沖縄エンターテインメントリゾートとして、アジアの中心という立地条件を活かし、カジノ（提案には書かなかった）を含めたエンターテインメント系の拠点とする。
- ・普天間飛行場は、リージョナルコアとして、沖縄の広域行政・伝統文化交流の核となる新たな沖縄の中心を作る。県都あるいは将来道州制になった場合は州都の機能を、那覇の中心から普天間へ移そうという極めて大胆不敵な提案である。パースには、沖縄の新たな拠点として高層ビル群が建ち、新交通軸が真ん中を貫いている様子を描いた。広大な跡地に単に公園を作るのではなく、本当の沖縄の中心となる行政機能を持っていけば、他の業務機能なども付随して移動するはず。
- ・キャンプ桑江南側地区・第一桑江タンクファーム・キャンプ瑞慶覧は、コミュニティビレッジとして、健“幸”ライフを生み出す。全てを更地にするのではなく、米軍基地の高級住宅や高機能な病院の機能など使えるものは残し、活かせるものは活かし、居住・暮らし系の機能を中心とした都市づくりをする。

③ 交通ネットワーク

- ・ LRT を軸に都市拠点をつなぐ。LRT を核として交通網を再構築することとし、3 期に分けて整備する。
- ・ 第 1 期は、国道 58 号を活用して LRT を旭橋から牧港まで 8 km 整備する。普天間飛行場の返還に関係ないので早期に実現したい。同時に、現行のモノレールは古島から 90 度東に曲がっているが、国道 330 号に沿って直進方向に屋富祖交差点、牧港補給地区まで結ぶ。
- ・ 第 2 期は、LRT を旭橋から空港方面、牧港から北東方面に沖縄コザ十字路、牧港から基地跡地を貫いて普天間、伊佐から北谷へ延伸させ、基地跡地を一通りネットワークする。また、浦西までの延伸事業が進んでいるモノレールは、さらに北上させて普天間都心まで延伸させ、LRT とも結節させる。
- ・ 第 3 期は、基地跡地より広い範囲になるが、南は糸満、東は与那原、北は嘉手納まで LRT のネットワークを広げ、沖縄の中南部全体の広域的な都市連携を図る。車に頼らずスムーズに移動でき、環境負荷の少ない、お年寄りも気軽に外出できる交通体系を作る。
- ・ LRT の第 1 期は詳細の提案を示した。旭橋から牧港 8 km に 500m ピッチで電停を設置するが、各停のみで遠くまで運行すると膨大な時間が掛かってしまう。旭橋・泊・安謝・屋富祖・牧港だけに停まる急行を走らせ、待避線を設けて各停を追越す。相互に乗継げ、小さな駅も含めてどの駅間も便利に移動できるようにする。モノレールも同様に急行運転できる待避線を作り、高速・高頻度運行とする。
- ・ 国道 58 号が沖縄の新たなシンボルとなるような都市景観を作る。LRT が走ると同時に緑の環境ネットワークもしっかり作る。
- ・ 幹となるネットワークと同時に、フィーダー機能をしっかり充実させる。

④ 県庁跡地にセントラルパーク

- ・ 県庁・県議会・県警本部の建物を取壊した後、世界に誇れるセントラルパークにしようという大胆不敵な提案である。基地跡地が開発された新都心に大きな公園が作られたが、立地条件的に本土や海外からの観光客が必ず訪れる場所ではない。しかし、ここは国際通りの入口で都市の拠点であり、セントラルパークがあれば観光客が必ず訪れる。常にイベントが行われ、人がやってくる、世界に誇れるセントラルパークとできる立地条件である。普天間に遷都した後、改めて高度利用するのではなく、あえて平面利用する。

⑤ LRT の実現方策

- ・ LRT の提案はチャレンジングな内容である。
- ・ 富山ライトレールは、JR 西日本が富山港線というローカル線を運営していて、北陸新幹線の開業に合わせて在来線の北陸線を高架化するのに引っ掛かった。①廃止するか、②高架化するか、③都心部のみ道路上に新線建設して LRT 化するかが検討され、③が採択された。新線建設されたのは都心部 1 km だけであり、郊外部は既存線を活用して LRT 化された。
- ・ 沖縄は全て新線建設であり、ただし用地買収や地下掘削は金も時間も掛かるので、既存の道路を活用しようという提案。地下鉄建設と比べて大幅にコストが下がる。現状でも国道 58 号のピーク時間は 1 車線がバスレーンとなるので、それを軌道に置換えると考えれば、社会的合意が得られ実行できるのではないかと。
- ・ 建設しても使ってもらえなければ意味がない。LRT を実現する上での重要なポイントは、いかに移動時間を短縮する便利な交通手段とするか。出発地から最寄駅まで・駅で電車が来るまで

の待ち・電車での移動・最寄駅から目的地までの4つの時間をトータルでいかに短くできるか。それを低コストにスムーズに実現できれば、車の代りに多くの人に利用してもらえ、赤字事業で大変になることもなく、街中に人を呼び込み、離れた都市拠点間の連携もできる。そういった交通システムを実現する。

- ・4つの時間を短縮するのにすべきことは3つだけ。
- ・第1に高速走行。富山ライトレールはあまり高速走行せず全て各駅停車である。路面電車が国道58号を高速走行すると、急ブレーキが利かないので自動車や歩行者との接触事故が多発しかねない。在来線の鉄道の弱点は、レールと車輪の摩擦力（粘着力）が小さいので、急ブレーキをかけると車輪がロックして止まらないこと。また、急加速や上り坂でモーターのパワーを上げると車輪が空転する。
- ・それをクリアするために鉄輪式リニア方式とすることを提案した、都営大江戸線や福岡の地下鉄に導入され実用化されている。レールと車輪はそのまま、地上にプレートを敷き、電車の台車下にリニアモーターのメイン側を設置する。電磁力のやり取りで加速・減速し、急ブレーキも急加速もできる。
- ・第2に高頻度運行。提案には盛り込まなかったが、旭橋から牧港の第1期のダイヤ案まで作った。急行と各停を終日各6分おきに走らせる。1時間に片方向20本となる。
- ・第3にフィーダー輸送の充実。500mの隣接駅の間に右回りと左回りのバスまたは乗合タクシーを走らせる。需要の多い路線や時間帯はバス、それ以外はコストを抑えるために乗合タクシーとする。線路から1km奥までフィーダー輸送を充実させれば、そこから500mくらいは歩いてもらえるだろう。それにより、線路から600m圏の人しか使ってもらえないのが、線路から1.5km幅の人まで使ってもらえるようになる。国道58号の西側は海までカバーでき、東側はモノレールの駅勢圏までカバーでき、人口稠密地域をほとんどカバーできる。

⑥ 地下鉄でなく LRT

- ・鉄軌道の中で、総合的に見て LRT が優れているということを県民の総意として合意形成できるようにすることを目論んで提案をまとめた。
- ・平成22～23年度に内閣府、その前の平成21年度に沖縄県が鉄軌道の導入可能性を調査し、各都市の中心部は地下鉄を主体とする絵が描かれた。那覇市から沖縄市まで25kmで4000億円、糸満市から名護市までの南北縦断鉄道の全線で8600億円と試算された。採算性はもちろん取れず、税金投入の社会的合意をまとめるための指標である社会的な費用・便益費B/Cは、全線で0.1、一番メインの那覇市－沖縄市で1を超える程度。
- ・それでも国費を投じられる沖縄だという意見もなくはないが、同じ4000億円の国費を投ずるのに、LRTを主体とすれば8倍以上のネットワークとできる。どうせ本土から金を持ってこれるなら、有効活用して地下鉄主体より道路を利用するLRTとした方が圧倒的に便利なネットワークを作れる。幹の部分だけではなくフィーダー輸送までしっかりさせることで、地下鉄を1本だけ通すよりはるかに良い。ぜひ県民の皆さんに広めたいという想いをこめて提案に盛り込んだ。

⑦ LRT に関する各論

- ・芝生軌道はやらないよりやった方がイメージは良い。コストは掛かるが、インフラ投資全体からすると少ない。

- ・普天間飛行場は 480ha もあり、その中にも LRT のネットワークを作りたいが、まとめ切れず詳細は示さなかった。パースには少し描いてある。
- ・旭橋から牧港まで 8 km、急行は泊・安謝・屋富祖と平均 2 km 間隔で停車し、交差点で停車することを考えても平均 40 km/h くらいは可能と予測し所要時間 12 分、若干の余裕を上乗せして「15 分程度」とした。日本中の路面電車は平均 10 数km/h なのでその 3 倍程度となる。それをどうすれば実現できるという方策も示した上で提案をまとめた。
- ・交差点での停車を最小化することも重要。LRT 通過と道路信号をシンクロさせることでスムーズに走行させる。鉄道というのは本来 1 秒刻みでダイヤを決められる。交差点で自動車の流れを妨げずに、かつ電車はできるだけ停まらないようにするには、車内で運賃収受をせず駅でする。それにより、1 秒単位で正確なダイヤを実現でき、交差点でできるだけ停まらないダイヤを作れる。駅には自動改札機・自動券売機・遠隔監視カメラを設置し、無人でキセルを防止する。
- ・騒音・振動は、国道 58 号で車のエンジン音や振動のある区間では問題にならないだろうが、郊外までネットワークを広げていくと対策が必要になる。LRT と自動車の騒音とは音の性質が異なり、車輪とレールの接触音とモーターの音が出る。モノを動かす限り音は出る。居住地区では防音壁などが必要になるだろう。音楽の都ウィーンでは、コンサートホールなどに LRT の騒音・振動が伝わらないよう、クッション材を線路の下に埋込んでいる。コストは掛かるが、立地条件によっては必要だろう。

⑧ LRT の提案内容の再確認

- ・今までの内閣府と県交通政策課の調査では、地下鉄主体のヘビーレールと路面走行主体の LRT を比較している。前者は専用の空間を、駅間距離長く高速走行するので、長距離を短時間で移動できる。事業費が莫大にかかる上に、駅間距離が長く多くの人を使うか疑問がある。一方、後者は駅間距離を 500m ピッチとして国際通りを通したりで、那覇市から沖縄市まで 25 km を 500m ピッチを各駅停車で行くと 50 駅に停まる。平均速度 10 数km/h となり、とても自動車の代りにはならない。
- ・批判ばかりでなく、どうしたら良いのかを今回の提案はまとめた。急行と各停を運行する緩急結合ダイヤは、小さな駅の人にも長距離を移動する人にも使い勝手が良い。鉄輪式リニアにして安全に高速走行する。自動車の流れを妨げずに交差点での停車を最小化する。等、こうすればコストも莫大に掛からずに実現できるというものを盛込んだ。今までの内閣府や県の調査はそれとして、我々の提案も検討する価値はあると関係者にお考え願いたい。
- ・鉄輪式リニアは、あまり知られていないが、地下鉄では当り前に入っている。日本で最近 15 年間くらいに新設された地下鉄の中で、既存線と相互直通する路線は規格を合せないといけないので在来鉄道だが、それ以外は全て鉄輪式リニアになっている。北から順に、都営大江戸線、横浜市営グリーンライン、大阪の長堀鶴見緑地線と今里筋線、神戸の海岸線、福岡の七隈線と 6 線あり、仙台の東西線が建設中である。
- ・これだけ普及するほど、鉄輪式リニアは在来鉄道と比べてメリットが多数ある。地下鉄である必要はなく、横浜のグリーンラインは高架区間もある。北京の路線も鉄輪式リニアで高架区間があり、雨風は問題ない。道路上を走らせる場合、トレーラーなどの重たい車両に踏まれても大丈夫なようにプレートの補強が必要。今のところ世界的に路面電車で導入されている例はないが、技術的には可能。世の中で見通しが立っていないことを提案したわけではない

- ・早期に実現するには、国道 58 号の自動車ユーザーから社会的合意が得られるか、渋滞が悪化して社会的混乱が起きないかがポイント。
- ・BRT（基幹バス）構想を先行させ、便利な公共交通の実現により自動車からのシフトを起こし、「LRT にすればもっと良くなる」というイメージが県民の皆さんに湧いた後に LRT の線路を敷くというステップを踏めればと思っている。BRT から始めるのが現実的だろう。
- ・バスや自動車と比べた鉄道の強みは連結走行できること。パースでは 2 両編成としたが、長くつなげば輸送力も確保できる。
- ・上下分離方式で公的セクターが地上を整備し、民間が運営する仕組みは、日本の法制度でも既に盛込まれている。車両を官民のどちらが持つかはケースバイケース。民間が担うランニングコストベースでは赤字にならないと予測している。

⑨ 鉄軌道への期待と重要性その他

- ・県の公式の報告書では、既に決まっている上位計画に反することは盛込めない。普天間飛行場を貫く南北と東西の幹線道路は熟度が高いので盛込めるが、鉄軌道は検討中としか書けない。
- ・それに対して我々の提案は、新しい時代を踏まえた自由な発想をした。これからの時代を考えたら車頼りの交通ネットワークはない、県民のニーズを考えても幹線道路を縦横に巡らせ大駐車場を各所に作るという時代ではない、鉄軌道を充実させることが時代にも沖縄にも求められていると考えた。コンペだから自由な考えで提案しようということで、あえて道路には触れなかった。
- ・コンペ発表会後の 6 中学校の発表でも、幹線道路を作りたいという提案は一つもなかった。路面電車・モノレール・電車といういろいろあったが、一つ残らず鉄軌道の提案を盛込んでいた。そのくらい子供たちも車主体の交通は望ましくないという気持ちを持っている。子供なりに渋滞で時間を無駄にした経験もあるだろうし、東京などの電車の便利さも知っているのだろう。
- ・行政の仕事として、いかに公式の計画に盛込んでいくか、実行ベースに持っていくかは、これから様々なハードルを越えていかなければいけないと思うが、その議論のベースとして我々の提案を使っただけだとありがたい。
- ・キャンプ瑞慶覧等は、コミュニティビレッジという居住系を主体として位置付けた。那覇の都心まで 20 km くらいあり、平均 15 km/h で移動したら 1 時間以上掛かりとても通勤できないが、平均 40 km/h でキビキビ移動できるようになれば、那覇の都心で働く人の郊外型の高級住宅街、理想的なベッタウンとして活性化できる。交通さえしっかりすれば充分にあり得る。
- ・国道 58 号の旭橋から牧港を結ぶだけではキャンプ瑞慶覧まで辿り着かない。将来は北に延伸したいが、当座は、牧港から北方面はバスに乗継ぐ。今のように都心までバスで来るよりは便利な状況を作る。牧港に郊外のトランジット機能を作り、バスで乗継いで北や東と行き来できるようにする。
- ・インフラの整備は思いのほか短期間ででき、合意形成などの諸々の調整に時間が掛かる。工事そのものは 1 年かせいぜい 2 年くらい。安謝や牧港の立体交差の部分は橋を拡幅しないといけないと思っており時間が掛かるが、10 年も 20 年も掛かることはない。

⑩ 開発に伴う影の回避（阿部氏の私見）

- ・土地の所有者の了解がなければ計画の意思決定や推進ができない。全体最適な意思決定になるようにしなければいけないし、逆に、州都が建つ土地を持っている人が何の苦労もなく大金持ちになれたり、周辺部は地盤沈下して何も悪いことをしていない人が損することがあってはいけない。土地成金みたいに、本人が知恵を絞ったわけでもリスクを負ったわけでもないのに、たまたまラッキーで税金が投じられて大金持ちになれたのでは社会的に不公平であり、相対的に見るとそうでない人が不幸になって社会的格差を起こしてもいけない。
- ・沖縄の不動産鑑定士協会の皆さんと会合を持ち、以下のようなお話をした。開発が進むことは良いことだが、それによって土地成金的な大金持ちが生まれたり、周辺が地盤沈下したりするような開発の影の部分が、今までの新都心の開発にはあったのではないか。北谷が浮き上がれば沖縄市が沈むようなことが、普天間が開発されればもっと大規模に起きかねず、そんなことが起きないようにしなければいけない。そのために、私権を制限することになるが、国との賃貸借契約で決っている基地の地代を、何らかの基準で凍結したらどうか。後は物価変動で年金と同じように機械計算で上下させる。
- ・そうすれば、開発がたまたま早く進んだ土地を持っていると得するといったことが起きない。開発が進むと地主に直接利益が行かず、行政が開発の利益を得られる。それを周辺部の地盤沈下するところに対する対策に回す。
- ・今のままでは、大規模商業施設や住宅地を開発する本土の業者が地価の安いうちに土地を先買いし、ショッピングセンターや超高層マンションを作り、大きな利益を得るだろう。さらに言えば、中国の大資本が土地を買占め、沖縄の開発で生れる富を禿鷹のように獲られかねない。

以上

LRTを軸に都市拠点を結ぶ

LRTを軸に交通ネットワークを再構築し、活発な都市間交流を実現。沖縄の風景を感じる親しみやすい交通システムです。



LRTによる交通網の再構築

国道58号を活用してLRTを早期に実現

- 西側海バイパス(国道)で通過交通量の分散が見込まれる国道58号を軸に走行空間を確保し、鉄軌道を低コストで導入します。
- 段階的に公共交通体系を整備します。第1期の海線～秋津の区間(20km)は、基幹道路に開かず早期に整備を実現します。中央部計画にも活用されます。

既存交通体系と連携した基幹ネットワークの構築

- モノレールは摩多羅(物多線)と美里線へ延伸してLRTに接続し、高速バスは海線まで延伸します。
- 主要駅にはパーク＆ライド拠点を整備します。

急行と各停を組合せて迅速に目的地へ到達



自動車台数減少による交通渋滞の解消

バス完成により、郊外の車数がバスに流れ、乗客の約半分の減少が期待され、渋滞が緩和されると見込まれます。また、LRTの導入により、郊外の車数がバスに流れ、乗客の約半分の減少が期待され、渋滞が緩和されると見込まれます。

区間	所要時間	急行	各停
海線(約10km)	約15分	あり	あり
中央部(約10km)	約15分	あり	あり
東部(約10km)	約15分	あり	あり

軌道整備と運賃の分離

インフラの整備とLRTの運行を切り離し、運営方式により、持続可能な軌道システムを構築します。

都市の発展基盤となるLRTの先行整備(第1期)

第1期/約10km(約20分)の開通により、人口密度エリアをカバーし、駅勢圏を充実させることで、生活を支える地域や施設へのアクセシビリティを高めます。



LRTが変えるライフスタイル

爽やかな風を感じながらLRT

- 沖縄の美しい自然を感じながら走るLRTは、街並み景観の再整備、CO₂削減による環境改善など、自動車中心だったライフスタイルからの転換を促します。



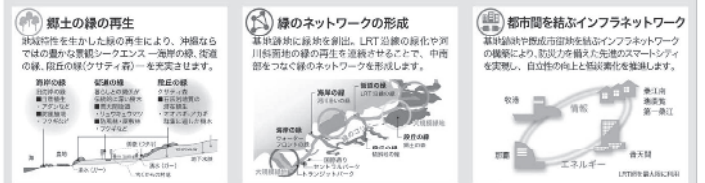
新しいLRTの4つの特長



自然と共生する 亜熱帯庭園都市を育む

自然の生命力や循環のしくみを積極的に取り入れ、亜熱帯の自然と、人々の生活を融合。庭園のような景観をもつ低炭素都市を創出します。

沖縄の亜熱帯庭園都市を実現する3大要素



市街地再編で創出する緑の環境ネットワーク―那覇都心

「沖縄ゲートシティ」の整備と「緑の都市軸」の延伸によるウォーターフロントに開かれた新しい那覇都心市街地の再編



環境・防災拠点となるセントラルパークの創出

- 行政施設が移転した跡地は、水と緑に満ちた憩いの空間「セントラルパーク」として整備します。
- 日中は昼寝にのんびり寛げる「憩いの空間」を創出。沖縄の風土や環境を活かし、自然環境を保全します。
- セントラルパークには、再生可能エネルギーや地域の熱電供給センターを整備し、災害時のエネルギー供給拠点を確保することで、都市の防災機能の向上に寄与します。



市街地再編と「緑の都市軸」の創生

- 国際通りを基幹道路に延伸することで、都心とウォーターフロントを繋ぐ緑の都市軸を創出します。
- 緑の都市軸は、セントラルパークや緑のラングパーク(知念バスステーションとLRTの新しい交通結節点)などの緑の拠点を結びます。
- 都市軸としての国際通りは歩行者優先とし、豊かな緑陰空間の創出に寄与します。



環境のマネジメント手法GID制度による環境管理・運営

環境改善の推進と都市の持続可能な発展を実現。GID(Green Improvement District)制度を活用し、環境改善の推進と都市の持続可能な発展を実現。



自然の恵みを活かす「水と緑の庭園都市」―普天間

「緑のコモンスペース」から広がる「グリーンデッキ」と建物群、それらを含む「園土の森」開発に合わせて立体的に緑が増殖する庭園都市 (NO NET LOSS)



水循環の保全

水循環の保全と自然環境の再生により、地下水を涵養し、緑のコリドールを創出することで地下水を保全します。



緑の立体的な連結

緑の立体的な連結と「緑のコリドール」の創出により、都市の発展を促す。LRTに乗ってコサへ来るリピーターが増える。



スマートインフラ

次世代社会を支えるスマートインフラを整備し、都市の発展を促す。LRTに乗ってコサへ来るリピーターが増える。



エコスマート建物群

エコスマート建物群を整備し、都市の発展を促す。LRTに乗ってコサへ来るリピーターが増える。



郷土の森

郷土の森(緑のナショナルパーク)を整備し、都市の発展を促す。LRTに乗ってコサへ来るリピーターが増える。



■ 成長を呼び込む沖縄新社会資本戦略的整備、その中での普天間の役割

1) 日時、場所

- 開催日時：平成 25 年 2 月 21 日（木） 13:45～15:00
- 開催場所：宜野湾市役所 3 階 第 2 常任委員会室

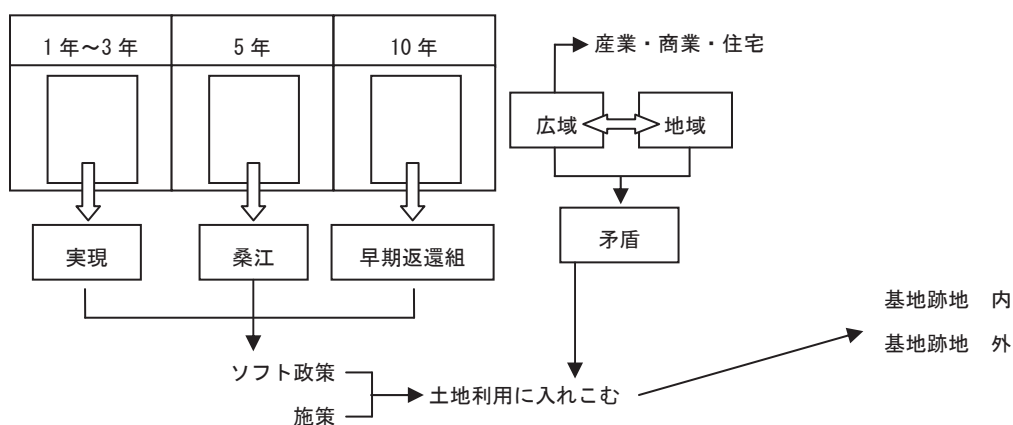
2) 出席者（敬称略）

- 琉球大学工学部環境建設工学科助教 : 小野尋子
- 沖縄県 企画部企画調整課 : 下地正之、塩川浩志
- 宜野湾市 基地政策部基地跡地対策課 : 田場盛茂、仲村等、渡嘉敷真
- (株) 群計画 : 大門達也
- 玉野総合コンサルタント (株) : 水野清広

3) 意見交換の内容

① コンペの内容

- ・ 産業、商業、住宅などの広域的な将来土地需要予測と各地域が検討している土地利用案にどのような矛盾があるか、何故広域的な視点が必要なのか、各跡地地権者が共有できるようなものとして整理した。
- ・ 一方、県の政策、施策における需要として、需要一括交付金に上げられている各種事業を、計画期間 1～3 年間（実施段階）、5 年間（跡地計画に関連する可能性あり）、10 年間（跡地計画で対応できる）の事業に分けて整理し、跡地内で機能導入できるかなどの対応の可能性について整理した。

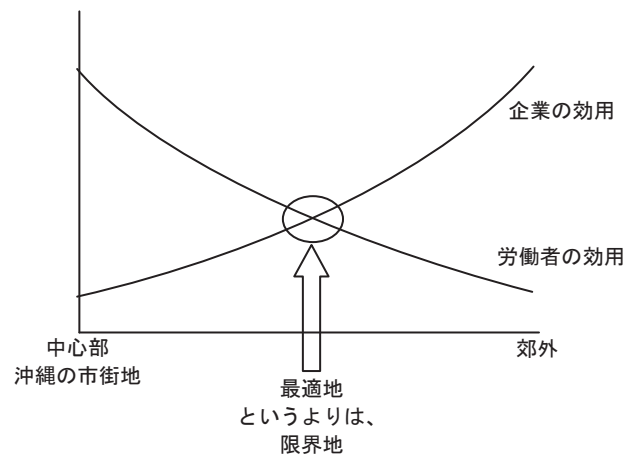


② 住宅需要の推計について

- ・沖縄県の総人口は 2025 年にピークを迎えるが、住宅需要は 2030 から 2035 年くらいまで人口増加による需要を享受できると考えられる。
- ・那覇軍港と普天間は移転先の問題や政治的な問題もあるので長期化するだろう。桑江北やキンザーを早期返還組として考えている。
- ・住宅需要が見込める 2030 年のまでの間に基地が帰ってくれば住宅需要が見込め、住宅需要に合わせて都市の再編ができるだろう。言い換えると、2030 年までに基地がかえてこなければ大変なことになる。
- ・モノレールの沿線効果から各跡地の土地利用の差別化を検討した。
- ・モノレールの開通は 2003 年であるため、2000 年の国勢調査の資料と 2010 年の資料を比較した。
- ・駅から 500m 圏、1 km 圏を調査した。500m 圏では、密集している所と密集していないところでも人口密度が増加しており、鉄軌道だと駅勢圏は 1 km くらいになり、1 km 圏でも駅のポテンシャルにより現状 70 人/ha くらいが、80 人/ha くらいになるだろう。
- ・これをもとに考えると駅が出来ることで、沖縄市から与那原町の人口を推計し積み上げると 105 万人くらい増えると考えられる。
- ・早期返還と考えている瑞慶覧は駅勢圏から外れているので、低層系の郊外型住宅地を配置。
- ・普天間と那覇軍港は駅ポテンシャルは高く、駅前開発が本格的にできるのは普天間しかなく、周辺の既成市街地からも、住み替え助成等を使って誘導し、公共交通を軸とした都市の再編をしていくための種地と考えられる。
- ・このようなことから、2030 年までに基地返還が実現できれば、基地の中での住宅需要を抑える必要はないだろうという結果になった。

③ 商業・工業の立地可能性について

- ・現状でも商業は飽和状態にある。基地跡地の中に大規模ショッピングセンターを入れるならば、既存の大規模ショッピングセンターをつぶして更新していく気でやらないといけない。
- ・工業立地に関しては、現状からの推計結果から言えばほとんどいらない。今後の需要を一番大きく見積もっても、2009 年度比で 2020 年までに 80ha が必要になるが、県が整備してきた中城港湾でも未利用地が 190ha あり、基地跡地の中に産業用地を作っても産業が来るという状況ではない。むしろ中城港湾にある未利用地にどうやって需要を喚起するかを考えないといけない状況。
- ・工業の立地について、広域的な都市の構造との関係、未利用地はどのような要素によって規定されているのかを検討した。企業の効用は郊外に行けばいくほど土地が安くなるり効用は高くなる。対して労働者の効用は、都市に近づくほど高くなる。あるところに最適地が生まれるという理論がある。



- ・ 20 万人までの都市から 10 km 離れると、空地率が 12% 上がるという結果。工業が立地するにはここが最適値というよりは限界効用だろう。
- ・ 沖縄では 20 万人の都市是那覇だけであり、工業用水の利用等を考えると東海岸側の臨海部にあって、那覇からあまり離れていないという立地を考えると与那原あたりに最適地がある。現状では中城港湾に工業の集積が進んでいないのは都市構造上仕方ないところだが、普天間に大きな拠点ができると普天間の 10 km 圏に中城港湾があり、効果が波及できるので県土構造の再編にもつながる。
- ・ シンガポールでは、近代都市計画の流れを受けて用途純化を図っていたが、街の活力がなくなっていく。現在の政策では、ホワイト産業やオフィスを積極的に住宅地の中に混ぜていこうというホワイト産業地区というのを作った。そういったものを普天間に持ってきたらどうか。普天間でホワイト産業を考えた場合に具体的に何かというと、MICE は観光とも親和性が高い。大学が近いので既存の大学と連携して学会を開催したり、あまり大きな箱物を作らなくても沖縄国際大学の教室も利用して行うことができる。MICE の経済効果は 564 億円と試算したが、それ以下の整備コストで十分できる。

④意見交換

- ・ 医療産業の経済波及効果の算出方法はどの様に考えたのか。MICE 有力だが、医療観光の効果が非常に高いものとなっている。普天間の中間取りまとめや広域構想でも、有望な産業としてリゾートコンベンション産業と先端医療科学産業をあげているので裏付となる。
- ⇒医療観光は医師会が作成した既存の報告書から利用した。
- ⇒医療観光は 1 年から 3 年の計画で実施計画に近い段階になっていると思う。PET 健診に必要な金型を作る技術が沖縄にある。MICE と医療観光は比較する必要はなく、ホワイト産業の分野に 2 つとも入っている。
- ⇒独立行政法人経済産業研究所が出している資料によると、見本市になると東京ビックサイトの建設費は 1800 億円だが、500 億円もあれば施設は出来る。経済波及効果は来場者数で 56,000 人、期間中に 500 億円くらいの商談が決まる。それに伴ってレセプションをしたり会食をしたりと大きな波及効果がある。
- ⇒学会は年間 4 回開催したとして 564 億円の波及効果だが、見本市になると 1 回で 500 億

円の経済波及効果がある。

・沖縄での住宅の耐用年数や建て替え時期は考慮されているのか。

⇒基地ごとにアンケートを用い、現在、基地外で生活しているが建て替えなどを契機とした戻り地主の需要について推計を行った。アンケートでの希望する敷地面積や周辺の地価や区画整理の保留地処分の坪単価から、土地は 2000 万円くらいまでだと仮定して 60 坪から 80 坪くらいで設定した。

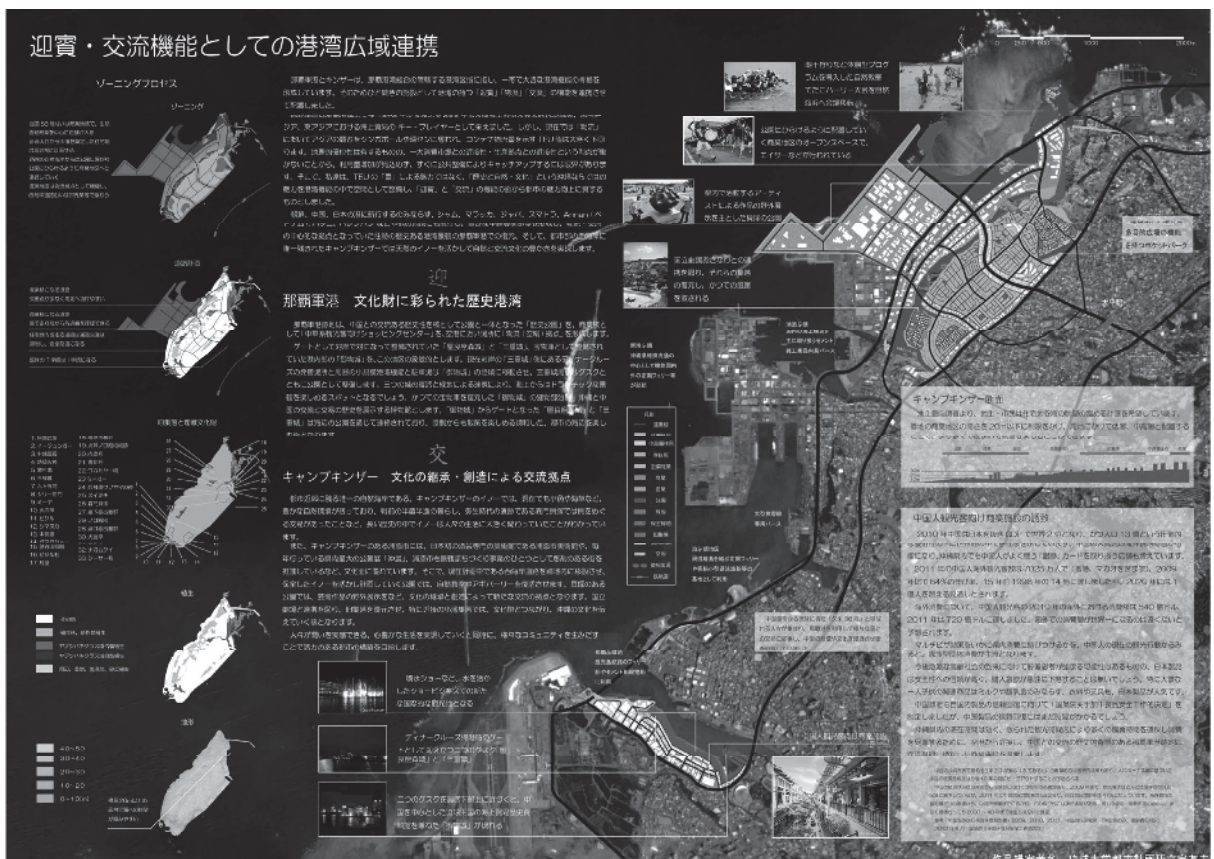
⇒広域的な需要とは別にして、地主さんは戻れるようにしないといけなと考えその規模を推計した。

・普天間内の計画人口を算出したのか。

⇒戻り地主も含めて約 3 万人と推計した。

以上

4) 関連資料





■ 世界を見据えた「普天間公園」等のあり方・イメージについて

1) 日時、場所

- 開催日時：平成 25 年 2 月 22 日 13:15～14:30
- 開催場所：日本学術会議

2) 出席者（敬称略）

- 東京大学大学院教授：石川幹子
- 沖縄県 企画部企画調整課：下地正之、塩川浩志
- 宜野湾市 基地政策部基地跡地対策課：仲村等
- （財）都市みらい推進機構：高田和彦
- （株）日本都市総合研究所：村山文人

3) 意見交換の内容

① 「計画段階評価」について（図 1 参照）

- ・ 公園に関しての一番の狙いは国営公園だろう。首里城は歴史的なメモリアルであるが、普天間飛行場跡地の公園は、それとは異なる。
- ・ 現在、国土交通省では国営公園の新しい持ち手が無い状況である。普天間跡地の公園は新しい国営公園のトップバッターだと思っている。また、国土交通省では「計画段階評価」というプロセスを取り入れる方向にある。これは、基本理念や対象地を決めたら代替案を3つ程度作成し、それぞれの案に対して「イメージ、評価、コスト、実現可能性」を検討し、これを経て事業化に入っていく。その後に基本構想を作成することになり、基本構想の前にコストも含めて検討する必要があるということ。
- ・ 「計画段階評価」は、国営公園を整備するに際して必ず必要なものか。
⇒ 国営公園に限らず「計画段階評価」を行い、代替案を3つ程度作成することになる。閣議決定に至るための手段である。

② 国営公園に向けたビジョンの確立

- ・ 普天間飛行場での代替案については、皆さんがやりたいのは何かを決めていかなければならない。何に焦点をあてるかの戦略を次に考える必要がある。国営公園の実現に向けては、国家的で、世界に発信するような理由・コンセプトが必要になる。現在少し欠けているのは、国営公園に対するビジョンであり、普天間の中で他と差別化しうるものは何かを組み立てる必要がある。

③ 国営公園に向けたコアづくり（図 2 参照）

- ・ 普天間飛行場跡地では、中心部のコアの部分公園施設だけでなく、居住や産業振興などのコンプレックスで謳うことが良いのではないかと。この場合、振興拠点ゾーンは、国営公園とリンクする新しい産業（例、地球環境貢献型産業等）が良く、公園が土地利用により穴抜きになっていることは好ましくない。用途は公園ではないが、国営公園に相応しい拠点にするという理由がないと穴抜きでは国営は厳しいだろう。

- ・ 都市拠点ゾーンは南北に長く、厚みがないのでインパクトが弱い印象がある。都市拠点ゾーンのコア部分はより膨らみがあつた方がよい。また、居住ゾーンのコア部分は、沖縄の伝統的な環境共生型の暮らし（風のみち、ガジュマル、緑陰等）を再現して、それを国営公園の一つのリソースとして展開した方がよい。
- ・ 斜面緑地は優先的に都市緑地保全法で確保する。大山湿地等は井戸を残して、文化的景観保全地区（第1号）として発信し、世界的な支援をあおぐのがよいのではないか。海岸部は何らか位置づければよい。
- ・ これらを串刺し型でコアをつくり、そこにネットワークが貼り付いてくる。戦略的には、ここをしっかりと立ち上げれば国営公園にしてもよいと思ってもらえるのではないか。
- ・ シンボル道路は、「プロムナード」などの表現で全て緑に表現し、緑陰のある道路で、跡地西側まで貫いていた方がよい。
- ・ 「全市的ネットワークをつくりだす」ことが目的なのか、あるいは国営公園として世界にうってでて、沢山の人来てもらうことは随分違う。国営公園に閣議決定してもらうとしたら、「全市的」では少し弱い。
- ・ 今年度の「配置方針図」は、ガツンとくる緑地の量が少ない印象を受ける。国営公園はネットワーク型では勝てない。国営公園に向けては、この絵を尊重した上で、コアが明確になるようにもっていくことが重要である。緑地は写真のネガでありベースとなるものなので、形が非常に大事である。コアの部分をより強調できるとよい。
- ・ 国営公園の実現に向けて、他に切り札になる考えがあれば教えてほしい。
 - ⇒ 「庶民の歴史を象徴する場」という歴史のアプローチがある。
 - ⇒ アジアのモンスーン地帯は、集落のまわりにコモンズという共有地（日本では里山）がある。家だけが並んでいるのはあり得ない。普天間飛行場跡地にも、この地域特有のコモンズがあつたはずである。庶民の暮らしの場を継承するのであれば、周りの緑地に意味を持たせる必要があり、そのようなスペースの理屈があると上手く立ち上がるだろう。
 - ⇒ さらに、国営公園の実現に向けては、「平和」という切り口がある。ここでいう平和は世界が交流するということに集約されていくだろう。
 - ⇒ この「平和」が一番はじめにくるのではないか。
- ・ 次の段階では、言いたいことが、言葉と図面でクリアに伝えることが必要である。

④ その他

- ・ パース図にはヤシの木が描かれてあるが、沖縄にはガジュマルやアカギ、フクギなどもある。並松街道のパースについても家の前はこのようなではなく、石垣やフクギがある。旧集落の写真等を参考に忠実に再現するのがよいのではないか。
- ・ 宜野湾横断道路はどのような構造になるか。
 - ⇒ 宜野湾横断道路を国道58号にタッチさせようとする地下構造になり、水脈を壊してしまう可能性がある。堀割構造にすると、土地利用を分断してしまう。
 - ⇒ セントラルパークは、堀割構造で4本の横断道路が通っているが、緑化をしているので環境的には問題ない。一つの解決方法としては、地下水との関係を慎重に考えて、公園との一体性をつくりだすことで解決できるだろう。

以上

図1 「計画段階評価」について

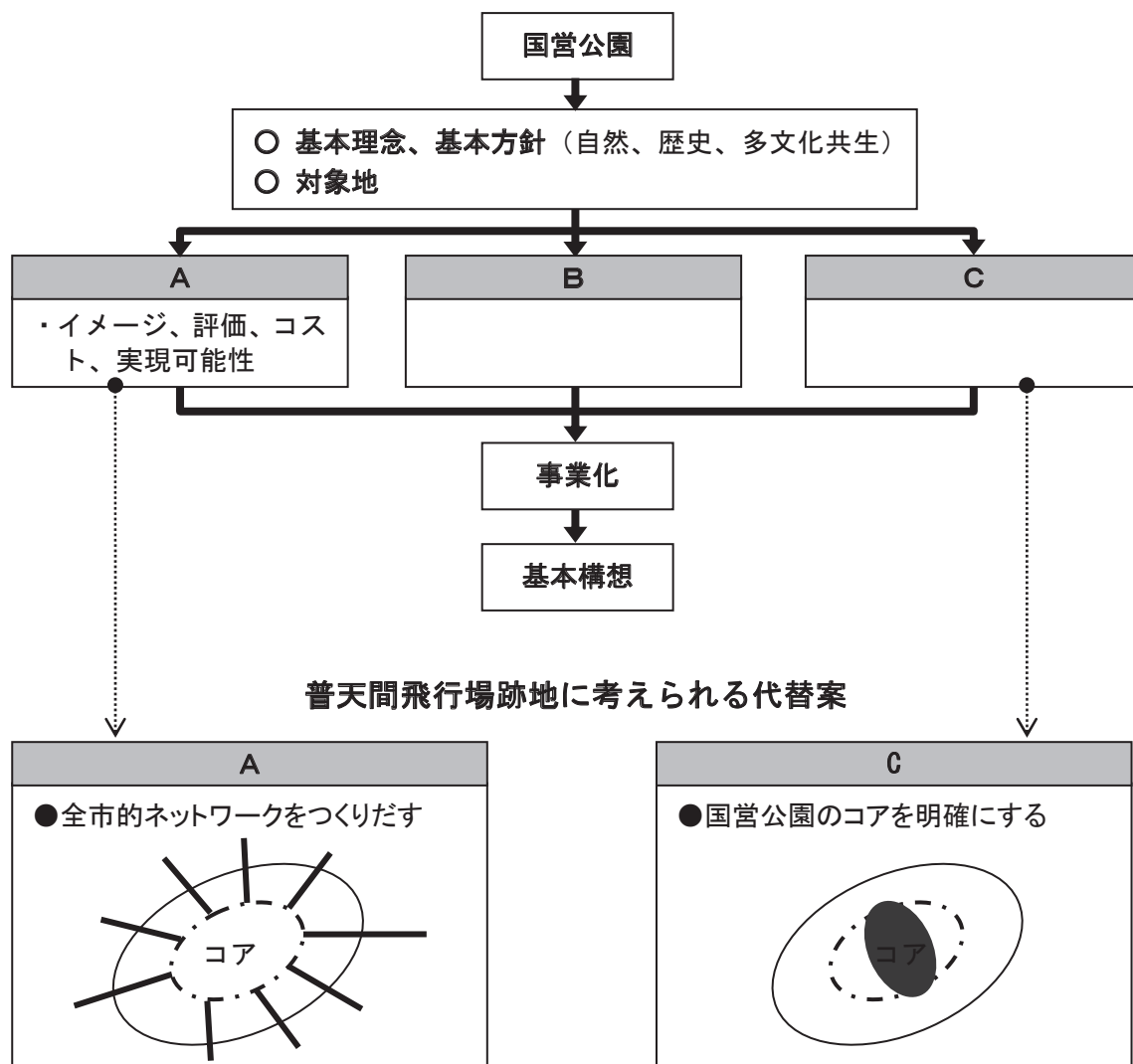


図2 国営公園に向けたコアづくり

