

マーシャル諸島共和国マジュロ環礁ローラ島の淡水レンズの状況

Situation of the Freshwater Lens at Laura Island, Majuro Atoll, the Republic of the Marshall Islands

○幸田和久*・小林 勤*・石田 聡**・吉本周平**

KODA Kazuhisa, KOBAYASHI Tsutomu, ISHIDA Satoshi and YOSHIMOTO Shuhei

1. はじめに

環礁島は低平で面積もおおよそ数 km² 以下と小さく、河川や湖沼は発達しない。水資源を確保するための手段としては基本的に天水に依存することから、乾季や渇水期には地下水が重要な水資源となる。比較的大きな環礁島では淡水レンズ（海水を含む帯水層の上部に、密度差によってレンズ状に浮いている淡水域）が発達しており、安定的に水資源を供給する上で重要な役割を果たしている。大洋州の島嶼国ではエルニーニョ現象の影響を受けて干ばつが発生することがある。また、都市部では人口増加に伴って水消費量は増加する傾向がある。さらに、地球温暖化による海面上昇の影響によって淡水レンズの縮小が懸念されている。そのため、淡水レンズの水資源としての有効利用と保全が強く求められている。

マーシャル諸島共和国も環礁島共通の問題を抱えている。首都の存するマジュロ環礁にはマーシャル諸島共和国の人口の約半数が居住しており、水資源の確保が極めて重要な課題となっている。マジュロ環礁はいくつかの小島で構成されているが、最大規模のローラ島には淡水レンズが存在する。ローラ島は DUD（デラップ・ウリガ・ダリット）地区と呼ばれるダウンタウンから数十 km 離れた位置にあり、ダウンタウンの上流に位置する水瓶としての役割を果たしている（図-1）。1998 年には大干ばつが発生しており、ローラ島の淡水レンズからの過剰取水により、淡水レンズ中に局所的に塩水が下方から貫入するアップコーニングと呼ばれる現象が生じた。揚水井から取水された地下水には、アップコーニングによって塩水が混入することになる。アップコーニングは淡水レンズの利用を不可能にさせるため、アップコーニングを生じさせないような水利用や揚水だけでなく、アップコーニングの発生を防止する技術の開発が望まれている。本研究では、このような背景のもと、ローラ島の淡水レンズの数値シミュレーションによって、1998 年のアップコーニングの再現を試みるとともに、現状の分析を行った。

2. 研究方法

ローラ島で最も幅の広い中心部付近の横断面を対象として、幅 200m、深さ 100m、島の横断方向に長さ 1,900m の範囲を数値シミュレーションの対象領域とした。透水係数や比産出率は、淡水レンズの存する帯水層（上方堆積層）を対象として現地で実施した現場揚水試験結果を参考とした¹⁾。海水面の潮位変動や降雨は一定量として与え、地下水中に淡水

* (独)国際農林水産業研究センター Japan International Research Center for Agricultural Sciences,
 ** (独)農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering
 キーワード：淡水レンズ，アップコーニング，地下水，環境保全

水レンズを作った。この淡水レンズを対象として、取水施設を含めた3次元数値シミュレーションを実施するため、塩水浸入を伴う地下水流シミュレーションにおいて実績がある Visual MODFLOW Premium Classic の中の SEAWAT モデルを数値シミュレーションのソフトウェアとして選定した。

3. 結果と考察

数値シミュレーションの結果は、1985年に観測された淡水レンズの形状とよく一致している。これを初期条件として、潮位と降水量を与え、観測井において水頭の観測値と計算値を比較したところ、相関性がみられたことから、筆者らが作成したシミュレーションモデルは、ローラ島の水文環境をおおむね再現できることを確認した。大干ばつが発生した1998年の潮位、降雨、及び揚水量²⁾を与え、アップコーニングの再現を行ったところ、1998年4月の過剰揚水によってアップコーニングが発生したことを確認した。その際、過剰揚水によって地盤中に水みちが発生した可能性が高く、鉛直方向の透水性を増やすことで対応した。さらに2009年の淡水レンズの現況物理探査(電磁探査)の時期までシミュレーションを行ったところ、物理探査の観測結果と同様、アップコーニングの形状はほとんど変化しなかった(図-2)。

ローラ島では、月間降水量が平年から多少でも少なくなると、揚水量を少なくしなければ、アップコーニングが生じるクリティカルな状況にある。淡水レンズの保全を目標としてアップコーニングによる地下水の塩水化を防止するためには、水収支バランスを考慮して、降水量にみあった揚水量で淡水レンズから地下水を揚水する必要がある。

謝辞：本研究の現地調査にあたっては、マーシャル諸島共和国資源開発省をはじめ現地関係者にご協力頂いた。ここに感謝の意を表する。

引用文献：1) 幸田和久, 小林勤, 石田聡, 吉本周平: ローラ島における淡水レンズ帯水層の水理パラメータ推定, 農業農村工学会誌, Vol.81, No.7, p.541~545, 2013. 2) Presley, K. T.: Effects of the 1998 Drought on the Freshwater Lens in the Laura Area, Majuro Atoll, Republic of the Marshall Islands, U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2005-5098, p.1-40, 2005. 3) 石田聡, 吉本周平, 小林勤, 幸田和久, 土原健雄, 万福裕造: マーシャル諸島共和国マジュロ環礁における地下水の塩水化について, 地盤工学会誌, Vol.58, No.5, p.22~25, 2010.



図-1 ローラ島

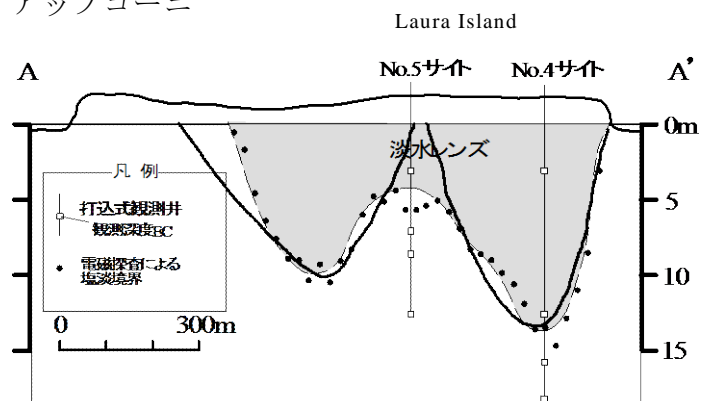


図-2 2009年10月におけるローラ島中央断面付近の淡水レンズ断面図(実線は揚水井断面のシミュレーション結果, 破線は測線上の測定結果³⁾)

Central cross sectional view of freshwater lens in Laura Island on October, 2009 (solid line shows calculated lens boundary along the cross section of pumping well and dot line observed lens boundary along survey line)